

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-268946

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

G05D 17/00  
B60L 11/14  
F02D 29/02  
H02K 7/11  
H02K 7/18  
H02P 7/74

(21)Application number : 09-090267

(22)Date of filing : 24.03.1997

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

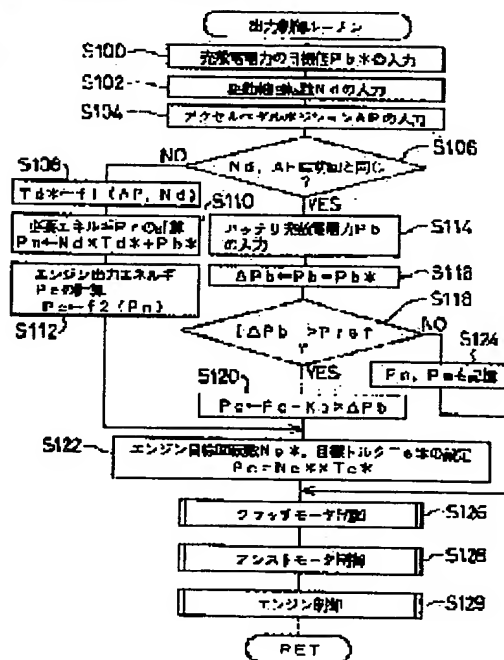
(72)Inventor : KOIDE SATOSHI  
KAWABATA YASUMI  
YAMADA EIJI  
KANAMORI AKIHIKO  
UCHIDA MASATOSHI  
YAMANAKA AKIHIRO  
KOTANI TAKESHI  
ABE TETSUYA

## (54) MOTIVE FORCE OUTPUT DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent a storage means from being charged/discharged by unexpected power by performing regulation so as to output desired motive force from a motor.

**SOLUTION:** Energy  $P_e$  to be outputted from an engine is set so as to cancel deviation  $\Delta P_b$  between charging/discharging power  $P_b$  of battery and its target value  $P_{b*}$  (S116-S120), and the operation of engine is controlled so as to output this energy  $P_e$  (S122 and S134). The energy  $P_e$  outputted from the engine is converted by a clutch motor and an assist motor and outputted as motive force requested for a driving shaft and since the battery is charged/discharged by finding out the excess/lack of energy corresponding to this requested motive force, the charging/discharging power of battery can be regulated by regulating the energy  $P_e$ . When the target value  $P_{b*}$  is especially turned into a value 0, the motive force can be outputted to the driving shaft without charging/ discharging caused by unexpected power.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

---

[Patent number] 3099769

[Date of registration] 18.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The prime mover which is the power output unit which outputs power to a driving shaft, and has an output shaft, It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. The energy adjustment device which adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft by I/O of corresponding electrical energy, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The charge and discharge of electrical energy required for adjustment of said energy deflection by said energy adjustment device, The accumulation-of-electricity means in which the charge and discharge of electrical energy required for an exchange of the power by said motor are possible, A target power setting means to set up the target power outputted to said driving shaft, and a prime-mover target power setting means to set up the prime-mover target power outputted from said prime mover based on the this set-up target power, The prime-mover operation control means which controls operation of said prime mover so that the set-up this prime-mover target power is outputted, The power control means which controls said energy adjustment device and said motor to carry out energy conversion of the electrical energy by which charge and discharge are carried out from the power outputted from said prime mover, and said accumulation-of-electricity means to said target power, and to output to said driving shaft, A power output unit equipped with a power deviation detection means to detect the power deflection of the power currently outputted from said prime mover, and said prime-mover target power, and a desired value correction means to correct said target power or said prime-mover target power based on the this detected power deflection.

[Claim 2] Said desired value correction means is a power output unit according to claim 1 which is a means to correct said prime-mover target power so that said power deflection may become small.

[Claim 3] When the power deflection detected by storage means to memorize as data which are a power output unit according to claim 2, and associated said target power and said prime-mover target power, and said power deviation detection means is below a predetermined value, It has a renewal means of data to update the data of said storage means as prime-mover target power related with said set-up target power in the prime-mover target power corrected by said desired value correction means. Said prime-mover target power setting means is a power output unit which is a means to set up said prime-mover target power based on the data memorized by said storage means.

[Claim 4] Said desired value correction means is a power output unit according to claim 1 which is a means to correct said target power so that said power deflection may become small.

[Claim 5] Said desired value correction means is a power output unit according to claim 4 which is a means to correct within the limits of a predetermined ratio to the target power set up by said target power setting means.

[Claim 6] It is the power output unit which is a means to have claim 1 thru/or a charge-and-discharge power detection means to be the power output unit of a publication 5 either, and to

detect the charge-and-discharge power of said accumulation-of-electricity means, and to detect said power deflection based on the charge-and-discharge power with which said power deviation detection means was detected by said charge-and-discharge power detection means.

[Claim 7] It is the power output unit which is a power output unit according to claim 6, and is a means to have a target power setting means to set up the target power by which charge and discharge are carried out from said accumulation-of-electricity means, and to detect said power deflection based on the power deflection of the charge-and-discharge power with which said power deviation detection means was detected by said charge-and-discharge power detection means, and the target power set up by said target power setting means.

[Claim 8] There is no claim 1 and it is the power output unit of a publication 5 either. Said energy adjustment device It has a torque control means to control the torque which acts on this 1st revolving shaft so that said 1st revolving shaft may rotate at the target rotational frequency of said prime mover corresponding to said prime-mover target power. Said power deviation detection means is a power output unit which is a means to detect said power deflection based on the deflection of the torque controlled by said torque control means, and the target torque of said prime mover corresponding to said prime-mover target power.

[Claim 9] The 1st Rota where said energy adjustment device was combined with said 1st revolving shaft, While being combined with said 2nd revolving shaft, having the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota and exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota There is no claim 1 which is the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota and the rotational frequency difference between these both Rota, and it is the power output unit of a publication 8 either.

[Claim 10] There is no claim 1 and it is the power output unit of a publication 8 either. Said energy adjustment device When the power which has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, A power output unit equipped with a 3 shaft type power I/O means to output and input power to a residual revolving shaft based on the determined this power, and said 3rd revolving shaft and the revolving-shaft motor which carries out an exchange of power.

[Claim 11] It has the prime mover which has an output shaft, and the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. The energy adjustment device which adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft by I/O of corresponding electrical energy, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The charge and discharge of electrical energy required for adjustment of said energy deflection by said energy adjustment device, It is the control approach of a power output unit equipped with the accumulation-of-electricity means and \*\* of electrical energy required for an exchange of power by said motor in which charge and discharge are possible. (a) The prime-mover target power which sets up the target power outputted to said driving shaft, and outputs it from said prime mover based on the (b) this set-up target power is set up. (c) While controlling operation of said prime mover so that the set-up this prime-mover target power is outputted (d) Said energy adjustment device and said motor are controlled to carry out energy conversion of the electrical energy by which charge and discharge are carried out from the power outputted from said prime mover, and said accumulation-of-electricity means to said target power, and to output to said driving shaft. (e) The control approach of the power output unit which detects the power deflection of the power currently outputted from said prime mover, and said prime-mover target power, and corrects said target power or said prime-mover target power based on the (f) this detected power deflection.

[Claim 12] It is the control approach of a power output unit according to claim 11. Said power output unit It has a storage means to memorize as data which associated target power and prime-mover target power. Said step (b) It is the step which sets up said prime-mover target power based on the data memorized by said storage means. Said step (f) When the power



deflection by which is the step which corrects said prime-mover target power so that said power deflection may become small, and the (g) aforementioned detection was carried out further is below a predetermined value, The control approach of a power output unit equipped with the step which updates storage of said storage means as prime-mover target power related with said set-up target power in said corrected prime-mover target power.

[Claim 13] Said step (f) is the control approach of the power output unit according to claim 11 which is the step which corrects said target power so that said power deflection may become small within the limits of a predetermined ratio to said set-up target power.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power output unit which outputs power to a driving shaft, and its control approach in detail about a power output unit and its control approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of a power output unit, it is equipment carried in a car, and what combines the output shaft of a prime mover and the driving shaft with which the motor was attached electromagnetic with a magnetic coupling, and outputs the power of a prime mover to a driving shaft is proposed (for example, JP, 53-133814, A etc.). In this power output unit, if transit of a car is started with a motor and the rotational frequency of a motor turns into a predetermined rotational frequency, while giving an exciting current to a magnetic coupling and carrying out cranking of the prime mover, the fuel supply and jump spark ignition to a prime mover will be performed, and a prime mover will be put into operation. After a prime mover starts, a part of power outputted from a prime mover is outputted to a driving shaft through electromagnetic association by the magnetic coupling, and it is made to run a car. The remainder of the power outputted from a prime mover is revived as power according to slipping of electromagnetic association of a magnetic coupling, is stored in a dc-battery as power used in the case of initiation of transit, or is used as power required for the drive of a motor. Under the power to which the power which should be outputted to a driving shaft is outputted through a magnetic coupling, a motor is driven when it runs short, and this insufficiency is compensated with it.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such a power output unit, since it was premised on providing the power revived by the magnetic coupling, and power required for the drive of a motor by the charge and discharge of a dc-battery, the effectiveness of the whole equipment had the problem of falling when the effectiveness of the charge and discharge of a dc-battery can take advantaging. When the power outputted from a prime mover is larger than the power required of a driving shaft, the power revived by the magnetic coupling becomes larger than the power consumed by the motor, and a dc-battery is charged by superfluous power. Conversely, when the power outputted from a prime mover is smaller than the power required of a driving shaft, in order for the power revived by the magnetic coupling to become smaller than the power consumed by the motor and to compensate with insufficient power, discharge is made from a dc-battery. Although the power revived by the magnetic coupling and the power consumed by the motor will become equal and the charge and discharge of a dc-battery will not be performed if the power outputted from a prime mover and the power required of a driving shaft are equal, such control is not performed in an above-mentioned power output unit.

[0004] The applicant has proposed the power output unit which controls operation of a prime mover so that the power outputted from a prime mover and the power required of a driving shaft already become equal, in order to solve such a trouble (Japanese Patent Application No. No. 225869 [ seven to ] etc.).

[0005] However, even if it performed such control, by not outputting desired power from a prime mover, the charge and discharge of an unexpected dc-battery were made, and the operational status of a prime mover had the case where the energy efficiency of the whole equipment fell by this, when it changed with the operating temperature of a prime mover, \*\*\*\* of the fuel supplied, atmospheric temperature, atmospheric pressure, etc. or abnormalities arose on a prime mover.

[0006] The power output unit and its control approach of this invention set to adjust so that desired power may be outputted from a prime mover to one of the purposes, in order to solve a part of such a problem [ at least ]. Moreover, even if unexpected charge and discharge arise, the power output unit and its control approach of this invention set to make power of charge and discharge smaller to one of the purposes, while lessening the charge and discharge which an accumulation-of-electricity means does not expect. Furthermore, even if deflection arises to the power and the target power of charge and discharge, the power output unit and its control approach of this invention set to make this deflection small to one of the purposes, while the power aiming at the charge and discharge of an accumulation-of-electricity means performs them.

[0007]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The power output unit and its control approach of this invention took the following means, in order to attain a part of above-mentioned purpose [ at least ].

[0008] The prime mover which the power output unit of this invention is a power output unit which outputs power to a driving shaft, and has an output shaft, It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. The energy adjustment device which adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft by I/O of corresponding electrical energy, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The charge and discharge of electrical energy required for adjustment of said energy deflection by said energy adjustment device, The accumulation-of-electricity means in which the charge and discharge of electrical energy required for an exchange of the power by said motor are possible, A target power setting means to set up the target power outputted to said driving shaft, and a prime-mover target power setting means to set up the prime-mover target power outputted from said prime mover based on the this set-up target power, The prime-mover operation control means which controls operation of said prime mover so that the set-up this prime-mover target power is outputted, The power control means which controls said energy adjustment device and said motor to carry out energy conversion of the electrical energy by which charge and discharge are carried out from the power outputted from said prime mover, and said accumulation-of-electricity means to said target power, and to output to said driving shaft, Let it be a summary to have a power deviation detection means to detect the power deflection of the power currently outputted from said prime mover, and said prime-mover target power, and a desired value correction means to correct said target power or said prime-mover target power based on the this detected power deflection.

[0009] The energy adjustment device which has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of a prime mover and the 2nd revolving shaft combined with a driving shaft adjusts the power output unit of this this invention by I/O of the electrical energy which corresponds the energy deflection of the power outputted and inputted by the 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by the 2nd revolving shaft. A motor considers an exchange of power as the output shaft of a prime mover, or a driving shaft, and an accumulation-of-electricity means performs the charge and discharge of electrical energy required for adjustment of the energy deflection by the energy adjustment device, and the charge and discharge of electrical energy required for an exchange of the power by the motor if needed. A target power setting means sets up the target power outputted to a driving shaft, and a prime-mover target power setting means sets up the prime-mover target power outputted from a prime mover based on this set-up target power. A prime-mover operation control means controls operation of a prime mover so that this set-up prime-mover target power is outputted, and a power control

means controls an energy adjustment device and a motor to carry out energy conversion of the electrical energy by which charge and discharge are carried out from the power outputted from a prime mover, and an accumulation-of-electricity means to target power, and to output to a driving shaft. A desired value correction means corrects target power or prime-mover target power based on the power deflection of the power and prime-mover target power which are outputted from the prime mover detected by the power deviation detection means. In addition, "power" here means the energy expressed with the gestalt of the product of the torque which acts on a shaft, and the rotational frequency of the shaft, therefore, since the gestalten as power differ if torque differs from a rotational frequency even when the magnitude of the energy as power is the same, it becomes different power. In addition, the semantics of this "power" is the same also by the control approach of the power output unit of this invention mentioned later.

[0010] According to the power output unit of such this invention, based on the power deflection of the power and prime-mover target power which are outputted from the prime mover, a prime mover, and an energy adjustment device and a motor are controllable. For example, the power outputted to a driving shaft through the thing which corrects target power then an energy adjustment device, and a motor can be corrected so that power deflection may become small, and the thing which corrects prime-mover target power so that power deflection may become small, then the power outputted from a prime mover can be corrected. And these results, the charge and discharge of the accumulation-of-electricity means by non-wanting energy can be avoided, and energy efficiency of the whole equipment can be made higher.

[0011] In the power output unit of this invention of a mode which corrects target power so that power deflection may become small When the power deflection detected by storage means to memorize as data which associated said target power and said prime-mover target power, and said power deviation detection means is below a predetermined value, It has a renewal means of data to update the data of said storage means as prime-mover target power related with said set-up target power in the prime-mover target power corrected by said desired value correction means. Said prime-mover target power setting means shall be a means to set up said prime-mover target power based on the data memorized by said storage means. If it carries out like this, a prime mover can be early made more into desired operational status, consequently energy efficiency of the whole equipment can be made higher.

[0012] Moreover, in the power output unit of this invention of a mode which corrects prime-mover target power so that power deflection may become small, said desired value correction means shall be a means to correct within the limits of a predetermined ratio to the target power set up by said target power setting means. If it carries out like this, it can prevent that target power is corrected across the range of a predetermined ratio from the set-up target power.

[0013] Having a charge-and-discharge power detection means to detect the charge-and-discharge power of said accumulation-of-electricity means in the power output unit of this invention including each [ these ] mode, said power deviation detection means shall be a means to detect said power deflection based on the charge-and-discharge power detected by said charge-and-discharge power detection means. If it carries out like this, based on the power by which charge and discharge are carried out to an accumulation-of-electricity means, operation of a prime mover is controllable. If a prime mover is controlled so that the power by which charge and discharge are carried out to especially an accumulation-of-electricity means becomes small, the charge-and-discharge-less target power of an accumulation-of-electricity means can be outputted to a driving shaft. In the power output unit of such a mode, it shall have a target power setting means to set up the target power by which charge and discharge are carried out from said accumulation-of-electricity means, and said power deviation detection means shall be a means to detect said power deflection based on the power deflection of the charge-and-discharge power detected by said charge-and-discharge power detection means, and the target power set up by said target power setting means. If it carries out like this, target power can be outputted to a driving shaft, being accompanied by the charge and discharge of the accumulation-of-electricity means by desired power.

[0014] Moreover, in the power output unit of this invention, said energy adjustment device is

equipped with a torque control means to control the torque which acts on this 1st revolving shaft so that said 1st revolving shaft may rotate at the target rotational frequency of said prime mover corresponding to said prime-mover target power, including each mode. Said power deviation detection means shall be a means to detect said power deflection based on the deflection of the torque controlled by said torque control means, and the target torque of said prime mover corresponding to said prime-mover target power. If it carries out like this, a prime mover can be more certainly operated by desired operational status.

[0015] In the power output unit of these this inventions said energy adjustment device It is combined with the 1st Rota combined with said 1st revolving shaft by said 2nd revolving shaft, and has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota, it shall be the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota, and the rotational frequency difference between these both Rota.

[0016] In the power output unit of this invention moreover, said energy adjustment device When the power which has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, It shall have a 3 shaft type power I/O means to output and input power to a residual revolving shaft based on the determined this power, and said 3rd revolving shaft and the revolving-shaft motor which carries out an exchange of power.

[0017] The control approach of the power output unit of this invention has the prime mover which has an output shaft, and the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. The energy adjustment device which adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft by I/O of corresponding electrical energy, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The charge and discharge of electrical energy required for adjustment of said energy deflection by said energy adjustment device, It is the control approach of a power output unit equipped with the accumulation-of-electricity means and \*\* of electrical energy required for an exchange of power by said motor in which charge and discharge are possible. (a) The prime-mover target power which sets up the target power outputted to said driving shaft, and outputs it from said prime mover based on the (b) this set-up target power is set up. (c) While controlling operation of said prime mover so that the set-up this prime-mover target power is outputted (d) Said energy adjustment device and said motor are controlled to carry out energy conversion of the electrical energy by which charge and discharge are carried out from the power outputted from said prime mover, and said accumulation-of-electricity means to said target power, and to output to said driving shaft. (e) Let it be a summary to detect the power deflection of the power currently outputted from said prime mover, and said prime-mover target power, and to correct said target power or said prime-mover target power based on the (f) this detected power deflection.

[0018] According to the control approach of the power output unit of this this invention, based on the power deflection of the power and prime-mover target power which are outputted from the prime mover, a prime mover, and an energy adjustment device and a motor are controllable. For example, the power outputted to a driving shaft through the thing which corrects target power then an energy adjustment device, and a motor can be corrected so that power deflection may become small, and the thing which corrects prime-mover target power so that power deflection may become small, then the power outputted from a prime mover can be corrected. And these results, the charge and discharge of the accumulation-of-electricity means by non-wanting energy can be avoided, and energy efficiency of the whole equipment can be made higher.

[0019] Said power output unit is equipped with a storage means to memorize as data which associated target power and prime-mover target power, in the control approach of the power output unit of such this invention. Said step (b) is a step which sets up said prime-mover target power based on the data memorized by said storage means. When the power deflection by which

said step (f) is a step which corrects said prime-mover target power so that said power deflection may become small, and the (g) aforementioned detection was carried out further is below a predetermined value. It shall have the step which updates storage of said storage means as prime-mover target power related with said set-up target power in said corrected prime-mover target power. If it carries out like this, a prime mover can be early made more into desired operational status, consequently energy efficiency of the whole equipment can be made higher. [0020] Moreover, in the control approach of the power output unit of this invention, said step (f) shall be a step which corrects said target power so that said power deflection may become small within the limits of a predetermined ratio to said set-up target power. If it carries out like this, it can prevent that target power is corrected across the range of a predetermined ratio from the set-up target power.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. The block diagram in which drawing 1 shows the outline configuration of the power output unit 20 as the 1st example of this invention, and drawing 2 are the block diagrams showing the outline configuration of the car incorporating the power output unit 20 of drawing 1. It explains from the configuration of the whole car using drawing 2 first on account of explanation.

[0022] This car is equipped with the gasoline engine operated with a gasoline as an engine 50 which is a source of power as shown in drawing 2. This engine 50 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 66 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 51 to a combustion chamber 52, and changes into rotation of a crankshaft 56 movement of the piston 54 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 66 is carried out by the actuator 68. An ignition plug 62 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 60 from the ignitor 58, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0023] Operation of this engine 50 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 70. The various sensors in which the operational status of an engine 50 is shown are connected to EFIECU70. For example, it is the rotational frequency sensor 76, the angle-of-rotation sensor 78, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 74 and distributor 60 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 67 which detects the opening (position) of a throttle valve 66, the inlet-pipe negative pressure sensor 72 which detects the load of an engine 50, and an engine 50, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 56. In addition, although the starting switch 79 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU70 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0024] The driving shaft 22 is combined with the crankshaft 56 of an engine 50 through the clutch motor 30 and the assistant motor 40 which are mentioned later. The driving shaft 22 is combined with the differential gear 24, and, finally the torque from the power output unit 20 is transmitted to the driving wheels 26 and 28 on either side. This clutch motor 30 and the assistant motor 40 are controlled by the control unit 80. Although the configuration of a control unit 80 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and accelerator pedal position sensor 64a prepared in the shift position sensor 84 formed in the shift lever 82 or the accelerator pedal 64 is connected. Moreover, the control unit 80 is exchanging various information by EFIECU70 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0025] As shown in drawing 1, the power output unit 20 of an example consists of control units 80 which carry out drive control of an engine 50, the clutch motor 30 by which the inner rotor 34 was combined with the driving shaft 22 while the outer rotor 32 was combined with the crankshaft 56 of an engine 50, the assistant motor 40 which has Rota 42 combined with the driving shaft 22, and the clutch motor 30 and the assistant motor 40 greatly.

[0026] As shown in drawing 1, the clutch motor 30 equips the inner skin of an outer rotor 32 with a permanent magnet 35, and is constituted as a synchronous motor which winds the coil 36

of a three phase around the slot formed in the inner rotor 34. The power to this three phase coil 36 is supplied through the slip ring 38. The part which forms the slot and teeth for three phase coil 36 in the inner rotor 34 consists of carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. In addition, although the resolver 39 which detects that angle-of-rotation  $\theta$  is formed in the crankshaft 56, this resolver 39 can also be used also [ sensor / 78 / which was prepared for the distributor 60 / angle-of-rotation ].

[0027] On the other hand, although the assistant motor 40 is also constituted as a synchronous motor, the three phase coil 44 which forms rotating magnetic field is wound around the stator 43 fixed to the case 45. This stator 43 is also formed by carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. Two or more permanent magnets 46 are formed in the peripheral face of Rota 42. By the assistant motor 40, Rota 42 rotates by the interaction with the field which a field and the three phase coil 44 form with this permanent magnet 46. The shaft with which Rota 42 was combined mechanically is the driving shaft 22 which is an output shaft of the torque of the power output unit 20, and the resolver 48 which detects the angle-of-rotation  $\theta$  is formed in the driving shaft 22. Moreover, the driving shaft 22 is supported to revolve by the bearing 49 prepared in the case 45.

[0028] The clutch motor 30 and the assistant motor 40 to apply are combined mechanically [ the inner rotor 34 of the clutch motor 30 ] to Rota 42 of the assistant motor 40, as a result a driving shaft 22. Therefore, if the relation between an engine 50 and both the motors 30 and 40 is said simple, the output torque outputted to the crankshaft 56 from the engine 50 will be outputted to a driving shaft 22 through the outer rotor 32 and the inner rotor 34 of the clutch motor 30, and it will be said that the torque from the assistant motor 40 is subtracted and added by this.

[0029] Although the assistant motor 40 is constituted as a usual permanent-magnet type three phase synchronous motor, the clutch motor 30 is constituted so that the outer rotor 32 which has a permanent magnet 35, and the inner rotor 34 equipped with the three phase coil 36 may both be rotated. Then, the detail of the configuration of the clutch motor 30 is explained further. The outer rotor 32 of the clutch motor 30 is combined with a crankshaft 56, the inner rotor 34 is combined with the driving shaft 22, and it already explained that the permanent magnet 35 was formed in the outer rotor 32. In the example, eight (for N pole, the south pole is four pieces at four pieces) of this permanent magnet 35 are prepared, and it is stuck on the inner skin of an outer rotor 32. The magnetization direction is a direction which goes to the shaft center of the clutch motor 30, and the direction of a magnetic pole has reverse sense alternately. If this permanent magnet 35 and the three phase coil 36 of the inner rotor 34 which counters with few gaps are wound around a total of 12 slots (not shown) prepared in the inner rotor 34 and are energized in each coil, they will form the magnetic flux which passes along the teeth which separate a slot. This field will be rotated if the three-phase alternating current is passed in each coil. Each of the three phase coil 36 is connected so that supply of power may be received from the slip ring 38. This slip ring 38 consists of rotation ring 38a and brush 38b which were fixed to the driving shaft 22. In addition, in order to exchange the current of a three phase (U, V, W phase), rotation ring 38a and brush 38b for a three phase are prepared for the slip ring 38.

[0030] An outer rotor 32 and the inner rotor 34 show various behavior by the interaction of the field which the permanent magnet 35 of an adjoining lot forms, and the rotating magnetic field which the three phase coil 36 prepared in the inner rotor 34 forms. Usually, the frequency of the three-phase alternating current passed in the three phase coil 36 is made into 4 times of the frequency of the deflection of the rotational frequency of an outer rotor 32 and the rotational frequency of the inner rotor 34 which were directly linked with the crankshaft 56.

[0031] Next, the control unit 80 which carries out drive control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is explained. The control device 80 consists of the 1st drive circuit 91 which drives the clutch motor 30, the 2nd drive circuit 92 which drives the assistant motor 40, and the control CPU 90 which controls both the drive circuits 91 and 92 and the dc-battery 94 which is a rechargeable battery. Control CPU 90 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM90a for work pieces, ROM90b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU70, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 90, angle-of-rotation  $\theta$  of the engine 50 from a



resolver 39, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation  $\theta$  of the driving shaft 22 from a resolver 48, and accelerator pedal position sensor 64a (the amount of treading in of an accelerator pedal 64) The brake-pedal position BP from brake-pedal position sensor 65a (the amount of treading in of a brake pedal 65), The clutch current values  $I_{uc}$  and  $I_{vc}$  from two current detectors 95 and 96 prepared in the shift position SP from the shift position sensor 84, and the 1st drive circuit 91, The assistant current values  $I_{ua}$  and  $I_{va}$  from two current detectors 97 and 98 prepared in the 2nd drive circuit, The charge-and-discharge power  $P_b$  of the dc-battery 94 from wattmeter 99b prepared in the remaining capacity BRM of the dc-battery 94 from remaining capacity detector 99a and the output terminal of a dc-battery 94 etc. is inputted through input port. In addition, what remaining capacity detector 99a measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 94 or the weight of the whole dc-battery 94, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0032] Moreover, from control CPU 90, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 36 of the clutch motor 30 is connected through the slip ring 38 at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 90 since it connects with the plus [ of a dc-battery 94 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil 36 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 36.

[0033] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 44 of the assistant motor 40. [ as well as the 1st drive circuit 91 ] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 90 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 44 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 44.

[0034] Actuation of the power output unit 20 of the 1st example which explained the configuration above is explained. The principle of operation of the power output unit 20 of the 1st example, especially the principle of torque conversion are as follows. An engine 50 is operated by ECU70 and the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 presupposes that it is rotating with the value  $N_1$ . Supposing the control device 80 is not passing the current at all in the three phase coil 36 of the clutch motor 30 through the slip ring 38 at this time Namely, if it is in the condition which made off the transistor 1, 3, and Tr 5 of the 1st drive circuit 91, and set the transistor 2, 4, and Tr 6 to ON Since no current also flows in the three phase coil 36, the outer rotor 32 and the inner rotor 34 of the clutch motor 30 will be in the condition of not being combined at all electromagnetic, and the crankshaft 56 of an engine 50 will be in the condition of having idled.

[0035] When the control CPU 90 of a control device 80 outputs a control signal SW1 and carries out on-off control of the transistor, it is the deflection (in other words) of the rotational frequency  $N_e$  of the crankshaft 56 of an engine 50, and the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22. The rotational frequency difference  $N_c$  ( $N_e - N_d$ ) of an outer rotor 32 and the inner rotor 34 in the clutch motor 30 is embraced. A current flows in the three phase coil 36 of the clutch motor 30, the clutch motor 30 functions as a generator, a current is revived through the 1st drive circuit 91, and a dc-battery 94 is charged. At this time, an outer rotor 32 and the inner rotor 34 will be in the electromagnetic integrated state in which slipping exists, and the inner rotor 34 is rotated at the rotational frequency  $N_d$  lower than the rotational frequency  $N_e$

(rotational frequency of a crankshaft 56) of an engine 50. If control CPU 90 controls the 2nd drive circuit 92 by this condition so that energy equal to the electrical energy revived is consumed by the assistant motor 40, a current will flow in the three phase coil 44 of the assistant motor 40, and torque will occur in the assistant motor 40.

[0036] If it compares with drawing 3, while the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 will operate with a value  $N_1$  and Torque  $T_e$  will operate on the operation point  $P_1$  of a value  $T_1$ . By reviving the energy expressed in a field  $G_1$ , while transmitting the torque of a value  $T_1$  to a driving shaft 22 by the clutch motor 30, and supplying this revived energy to the assistant motor 40 as energy expressed in a field  $G_2$ . The torque of a value  $T_2$  can be outputted to the driving shaft 22 which rotates at the rotational frequency of a value  $N_2$ .

[0037] Next, the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is operated with a value  $N_2$ , Torque  $T_e$  is operated on the operation point  $P_2$  of a value  $T_2$ , and the case where the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is rotating with the bigger value  $N_1$  than a value  $N_2$  is considered. In this condition, since it rotates to the hand of cut of a driving shaft 22 at the rotational frequency shown in the absolute value of the rotational frequency difference  $N_c$  ( $N_e - N_d$ ) to an outer rotor 32, the clutch motor 30 functions as a usual motor, and the inner rotor 34 of the clutch motor 30 gives rotational energy to a driving shaft 22 with the power from a dc-battery 94. On the other hand, if the 2nd drive circuit 92 is controlled by control CPU 90 to revive power by the assistant motor 40, a regeneration current will flow in the three phase coil 44 by slipping between Rotor 42 of the assistant motor 40, and a stator 43. Here, if the 1st and 2nd drive circuits 91 and 92 are controlled by control CPU 90 so that the power revived by the assistant motor 40 is consumed by the clutch motor 30, it can drive, without using the power stored in the dc-battery 94 in the clutch motor 30.

[0038] If it compares with drawing 3, while the rotational frequency  $N_e$  of a crankshaft 56 will operate with a value  $N_2$  and Torque  $T_e$  will operate on the operation point  $P_2$  of a value  $T_2$ . While supplying the energy expressed as the sum of a field  $G_1$  and field  $G_3$  to the clutch motor 30 and outputting the torque of a value  $T_2$  to a driving shaft 22. By reviving and providing the energy supplied to the clutch motor 30 from the assistant motor 40 as energy expressed as the sum of a field  $G_2$  and field  $G_3$ , the torque of a value  $T_1$  can be outputted to the driving shaft 22 which rotates at the rotational frequency of a value  $N_1$ .

[0039] In the power output unit 20 of the 1st example, irrespective of whether the engine speed  $N_e$  of an engine 50 is larger than the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22, torque conversion of all the power outputted from an engine 50 can be carried out, and it can output to a driving shaft 22 so that the above explanation may show. If this is the operation point which outputs the same energy as the energy  $P_d$  with which the operation point of 100%, then an engine 50 should output the effectiveness of the torque conversion by the clutch motor 30 and the assistant motor 40 to a driving shaft 22, it means that you may be what kind of the point. Therefore, the operation point of an engine 50 can be freely defined irrespective of the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22, on condition that the same energy as the energy  $P_d$  which should be outputted to a driving shaft 22 is outputted. About a setup of the operation point of such an engine 50, it mentions later. In addition, in the example, although it is not 100% in fact, since explanation is easy, the effectiveness of the torque conversion by the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is treated as 100%.

[0040] Thus, although torque conversion of all the power outputted from an engine 50 can be carried out and it can output to a driving shaft 22 in the power output unit 20 of the 1st example. Besides this actuation, make it larger than the power (product of Torque  $T_d$  and a rotational frequency  $N_d$ ) of which the power (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ) outputted from an engine 50 is required by the driving shaft 22, and excessive electrical energy is found out. It can consider as the actuation accompanied by charge of a dc-battery 94, or can also consider as the actuation accompanied by [ carry out a thing and ] a dc-battery 94 to discharge which makes it smaller than the power of which the power conversely outputted from an engine 50 is required by the driving shaft 22, and runs short of electrical energy.

[0041] Next, the output control in the power output unit 20 of an example is concretely explained based on the output-control routine illustrated to drawing 4. Immediately after this

output-control routine starts the power output unit 20, it is repeatedly performed for every (every [ for example, ] 20msec) predetermined time from from. If this routine is performed, the control CPU 90 of a control device 80 will perform first processing which reads desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power  $Pb$  of a dc-battery 94 (step S100). Desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power  $Pb$  of a dc-battery 94 is set up by the charge-and-discharge power configuration routine of the dc-battery 94 which is not illustrated, and is memorized to the predetermined address of RAM90a. In a charge-and-discharge power configuration routine, it judges whether the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 charges a dc-battery 94 based on whether it is in target within the limits, and the charge power and discharge power which become settled based on the condition of the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 etc. are set up as desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power  $Pb$ . Then, processing which reads the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22 is performed (step S102). It can ask for the engine speed of a driving shaft 22 from angle-of-rotation  $\theta_{\text{tad}}$  of the driving shaft 22 read from the resolver 48.

[0042] Then, processing which reads the accelerator pedal position  $AP$  which is the amount of treading in of the accelerator pedal 64 detected by accelerator pedal position sensor 64a is performed (step S104). An accelerator pedal 64 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, and it corresponds to the output torque (namely, torque which should be outputted to a driving shaft 22) to which the operator wants the value of the accelerator pedal position  $AP$ . And it judges whether it is the same as that into which the engine speed  $Nd$  of the read driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  were read when this routine was started last time (step S106). In addition, since a value 0 is set to the last engine speed  $Nd$  and the accelerator pedal position  $AP$  by the initialization routine which is performed immediately after starting of the power output unit 20 and which is not illustrated when beginning after the power output unit 20 of the 1st example is started, and performing this routine, a judgment is performed using this value. Since the accelerator pedal position  $AP$  serves as a different value from last time when the power output unit 20 is started and it gets into an accelerator pedal 64, the processing when differing from the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 and the value of last time [ either / of the accelerator pedal positions  $AP$  ] is explained first.

[0043] When the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 and either of the accelerator pedal positions  $AP$  differ from the last value, processing which derives  $Td^*$  based on the read accelerator pedal position  $AP$  and the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 is performed (step S108). In the example, torque command value  $Td^*$  which corresponds with reference to the map which defined torque command value  $Td^*$  which corresponds to the combination of each accelerator pedal position  $AP$  and a rotational frequency  $Nd$ , memorized to ROM90b by making this into a map beforehand, and was memorized to ROM90b when the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  were read shall be derived. In addition, an example of this map is shown in drawing 5.

[0044] Next, the energy  $Pe$  which should search for the required energy  $Pn$  by count ( $Pn = Nd \times Td^* + Pb^*$ ) (step S110), and should output it from an engine 50 based on the energy  $Pn$  searched for is set up from drawn torque command value  $Td^*$ , the engine speed  $Nd$  of the read driving shaft 22, and desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power  $Pb$  of a dc-battery 94 (step S112). Here, since discharge of a dc-battery 94 may be needed and desired value  $Pb^*$  becomes a negative value in that case, the required energy  $Pn$  may become smaller than the energy  $Pd$  ( $Pd = Nd \times Td^*$ ) which should be outputted to a driving shaft 22. Derivation of Energy  $Pe$  shall derive the energy  $Pe$  corresponding to Energy  $Pn$  in the example using the map which consists of energy  $Pn$  memorized by RAM90a by step S128 mentioned later, and energy  $Pe$ . In addition, the value set up beforehand is used about the combination of Energy  $Pn$  and Energy  $Pe$  which are not memorized by step S128.

[0045] In this way, if the energy  $Pe$  which should be outputted from an engine 50 is drawn, processing which sets up target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 50 and target torque  $Te^*$  based on this energy  $Pe$  will be performed (step S122). Here, since the energy  $Pe$  outputted from an engine 50 is equal to the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50, and a product with Torque  $Te$ , the relation between Energy  $Pe$ , target rotational frequency  $Ne^*$ , and target torque  $Te^*$

becomes  $Pe = Ne \times Te^*$ . However, the combination of target rotational frequency  $Ne^*$  and target torque  $Te^*$  which satisfy this relation exists innumerably. So, in an example, an engine 50 is operated by experiment etc. in the condition that effectiveness is high as much as possible, to each energy  $Pe$ . And it asks for the operation point from which the operational status of an engine 50 changes smoothly to change of Energy  $Pe$  as a combination of target rotational frequency  $Ne^*$  and target torque  $Te^*$ . This shall be beforehand memorized as a map to ROM90b, and the combination of target rotational frequency  $Ne^*$  and target torque  $Te^*$  corresponding to Energy  $Pe$  shall be derived from this map. This map is explained further.

[0046] Drawing 6 is a graph which shows the relation between the operation point of an engine 50, and the effectiveness of an engine 50. The curve B in drawing shows the boundary of the field which can operate an engine 50. it is like [ the field which can operate an engine 50 ] the curve alpha 1 which shows the operation point with the same effectiveness according to the property thru/or alpha 6 -- etc. -- an effectiveness line can be drawn. Moreover, the curve 1 with the fixed energy expressed with the product of Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$ , for example, curvilinear C1-C, and C3-C3 can be drawn on the field which can operate an engine 50. In this way, if the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 is expressed for the effectiveness of each operation point as an axis of abscissa along with drawn curvilinear C1-C1 of energy regularity thru/or C3-C3, it will become like the graph of drawing 7.

[0047] But the effectiveness of an engine 50 differs greatly by on which operation point it operates with the same energy to output so that it may illustrate. For example, on the fixed curvilinear C1-energy C 1, the effectiveness can be made the highest by operating an engine 50 on the operation point A1 (torque  $Te$  1, rotational frequency  $Ne$ 1). In curvilinear C2-C2 of output energy regularity, and C3-C3, the operation point with such highest effectiveness exists on the curve of each energy regularity so that the operation point A2 and A3 may correspond, respectively. The curve A in drawing 6 is connected with the line which continues the operation point with which the effectiveness of an engine 50 becomes as high as possible to each energy  $Pe$  based on these things. In the example, target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 50 and target engine-speed  $Ne^*$  were set up using what used relation between each operation point on this curve A (an engine speed  $Ne$ , torque  $Te$ ), and Energy  $Pe$  as the map.

[0048] Here, Curve A is connected with a continuous curve because the operational status of an engine 50 will change suddenly and it cannot shift to target operational status smoothly depending on extent of the change, but knocking may be produced or it may stop, when Energy  $Pe$  changes ranging over the discontinuous operation point if the operation point of an engine 50 is defined with a discontinuous curve to change of Energy  $Pe$ . Therefore, if Curve A is connected with a continuous curve in this way, each operation point on Curve A may not turn into the operation point with the highest effectiveness on the curve of energy regularity. In addition, the operation point Amin with which it is expressed by the rotational frequency  $Nemin$  and Torque  $Temin$  is the operation point of the threshold energy in which an engine 50 to an output is possible among drawing 6.

[0049] In this way, a setup of target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 50 and target torque  $Te^*$  performs control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 using the set-up value (step S126 thru/or S129). although the example indicated each control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 as a separate step of this routine on account of illustration, these control is separate to different timing from this routine in fact -- it is carried out independently and-like in parallel. For example, while control CPU 90 is parallel control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 and performs [ control ] to different timing from this routine using interruption processing, it is made to carry out by transmitting directions to EFIECU70 by communication link, and control of an engine 50 being parallel with EFIECU70.

[0050] Control (step S126 of drawing 4) of the clutch motor 30 is performed by the clutch motor control routine illustrated to drawing 8. If this routine is performed, the control CPU 90 of a control device 80 will perform first processing which reads the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 (step S130). It can also ask for the engine speed  $Ne$  of an engine 50 from angle-of-rotation  $\theta$  of the crankshaft 56 detected by the resolver 39, and the engine-speed sensor

76 prepared for the distributor 60 can also detect it. Then, torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 is set up by the degree type (1) using the read engine speed  $N_e$  (step S132). Here, last  $T_c^*$  in a formula (1) is torque command value  $T_c^*$  set up when this routine was started last time. Moreover, the 2nd term of the right-hand side in a formula (1) is a proportional which negates the deflection from target rotational frequency  $N_e^*$  of a rotational frequency  $N_e$ , the 3rd term of the right-hand side is an integral term which abolishes steady-state deviation, and  $K_1$  and  $K_2$  are proportionality constants. Thus, by setting up torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30, by target rotational frequency  $N_e^*$ , it can be stabilized and an engine 50 can be rotated. In addition, if the engine 50 is operated steadily on the operation point with which it is expressed by target rotational frequency  $N_e^*$  and target torque  $T_e^*$ , torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 will be set up equally to target torque  $T_e^*$ . Thus, in a steady state, torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 is set up equally to target torque  $T_e^*$  because the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 is equivalent to the load torque of an engine 50. [0051]

[Equation 1]

$$T_c^* \leftarrow \text{前回} T_c^* + K_1(N_e^* - N_e) + K_2 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots\dots(1)$$

[0052] Next, processing which inputs angle-of-rotation  $\theta_{tae}$  of the crankshaft 56 of a resolver 48 to the engine 50 for angle-of-rotation  $\theta_{tad}$  of a driving shaft 22 from a resolver 39 is performed (steps S134 and S136), and processing which asks for electrical angle  $\theta_{tac}$  of the clutch motor 30 from angle-of-rotation  $\theta_{tae}$  of both shafts and  $\theta_{tad}$  is performed (step S138). In the example, since the synchronous motor of four pole pairs is used as a clutch motor 30,  $\theta_{tac} = 4(\theta_{tae} - \theta_{tad})$  will be calculated.

[0053] Next, processing which detects the currents  $I_{uc}$  and  $I_{vc}$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 36 of the clutch motor 30 with the current detectors 95 and 96 is performed (step S140). Although the current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase  $\rightarrow$  2 phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S144). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (2). Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase.

[0054]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} I_{dc} \\ I_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) & \sin \theta_c \\ -\cos(\theta_c - 120) & \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots\dots(2)$$

[0055] Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value  $I_{dc}^*$  of each shaft searched for from torque command value  $T_c^*$  in the clutch motor 30,  $I_{qc}^*$ , the currents  $I_{dc}$  and  $I_{qc}$  that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  of each shaft is performed (step S146). That is, the following formulas (3) are calculated first and then a degree type (4) is calculated. Here,  $K_p$  1 and 2 and  $K_i$  1 and 2 are multipliers respectively. These multipliers are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. In addition, the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  are calculated from the part (the 1st term of the formula (4) right-hand side) proportional to deflection  $**I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of the right-hand side) of the past of  $i$  batch of deflection  $**I$ .

[0056]

[Equation 3]

$$\begin{aligned}\Delta Idc &= Idc^* - Idc \\ \Delta Iqc &= Iqc^* - Iqc\end{aligned}\quad \cdots(3)$$

[0057]

[Equation 4]

$$\begin{aligned}Vdc &= Kp1 \cdot \Delta Idc + \sum Ki1 \cdot \Delta Idc \\ Vqc &= Kp2 \cdot \Delta Iqc + \sum Ki2 \cdot \Delta Iqc\end{aligned}\quad \cdots(4)$$

[0058] Then, coordinate transformation (two phase → three phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S144 is performed (step S148), and processing which asks for the electrical potential differences  $V_{uc}$ ,  $V_{vc}$ , and  $V_{wc}$  actually impressed to the three phase coil 36 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (5).

[0059]

[Equation 5]

$$\begin{bmatrix} V_{uc} \\ V_{vc} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c & -\sin \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) & -\sin(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{dc} \\ V_{qc} \end{bmatrix}$$

$$V_{wc} = -V_{uc} - V_{vc} \quad \cdots(5)$$

[0060] Since actual armature-voltage control is made by the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or the on-off time amount of Tr6, it carries out PWM control of each transistor Tr1 thru/or the ON time amount of Tr6 so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (5) (step S149).

[0061] In addition, if the time of forward torque acting the sign of torque command value  $Tc^*$  on a driving shaft 22 in the hand of cut of a crankshaft 56 is made forward, control of the clutch motor 30 Even if torque command value  $Tc^*$  of a forward value is set up, when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 is larger than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22, (when the rotational frequency difference  $Nc$  ( $Ne - Nd$ ) of a forward value arises) The regenerative control which generates the regeneration current according to the rotational frequency difference  $Nc$  is made. When a rotational frequency  $Ne$  is smaller than a rotational frequency  $Nd$ , (when the rotational frequency difference  $Nc$  ( $Ne - Nd$ ) of a negative value arises) The power running control rotated to the hand of cut of a driving shaft 22 at the rotational frequency relatively shown in the absolute value of the rotational frequency difference  $Nc$  to a crankshaft 56 is made. Since the regenerative control of the clutch motor 30 and power running control control the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 so that the torque of a forward value acts on a driving shaft 22 by the permanent magnet 35 attached in both the outer rotors 32, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 36 of the inner rotor 34 if torque command value  $Tc^*$  is a forward value, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value  $Tc^*$  is the same, even if control of the clutch motor 30 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of regenerative control and power running control by the clutch motor control routine of drawing 8 can be performed. Moreover, since the direction of change of electrical angle  $\theta_{ec}$  of the clutch motor 30 of step S138 becomes reverse when torque command value  $Tc^*$  is a negative value (i.e., when reversing the time of braking the driving shaft 22, and the car), the clutch motor control routine of drawing 8 can also perform control in this case.

[0062] Next, control (step S128 of drawing 4) of the assistant motor 40 is explained based on the assistant motor control routine illustrated to drawing 9. If an assistant motor control routine is performed, the control CPU 90 of a control unit 80 will subtract torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 from command value  $Td^*$  of the torque which should be outputted to a driving shaft 22 first, and will set up torque command value  $Ta^*$  of the assistant motor 40 (step S150). Then, angle-of-rotation  $\theta_{ead}$  of a driving shaft 22 is detected using a resolver 48 (step



S151), and processing which asks for electrical angle  $\theta_{aa}$  of the assistant motor 40 using detected angle-of-rotation  $\theta_{ad}$  is performed (step S152). In the example, since the synchronous motor of four pole pairs is used also for the assistant motor 40,  $\theta_{aa}=4\theta_{ad}$  will be calculated. And processing (step S153) which detects each phase current of the assistant motor 40 using the current detectors 97 and 98 is performed. Then, the operation of the same coordinate transformation (step S154) as the clutch motor 30 and the electrical-potential-difference command values  $V_{da}$  and  $V_{qa}$  is performed (step S156), backseat label conversion (step S158) of an electrical-potential-difference command value is performed further, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 92 of the assistant motor 40 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S159). These processings are completely the same as that of what was performed about the clutch motor 30.

[0063] Here, since torque command value  $T_{c*}$  of the clutch motor 30 is subtracted from torque command value  $T_{d*}$  and torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 is called for as shown in step S150, it becomes a forward value or it becomes a negative value. Therefore, when torque command value  $T_{a*}$  is a forward value, power running control is made, and as for the assistant motor 40, regenerative control will be made when torque command value  $T_{a*}$  is a negative value conversely. However, power running control of the assistant motor 40 and regenerative control can both be performed by the assistant motor control routine of drawing 9 like control of the clutch motor 30. Moreover, it is also the same as while the driving shaft 22 is rotating to the hand of cut and reverse sense of a crankshaft 56. In addition, the sign of torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 made forward the time of forward torque acting on a driving shaft 22 in the hand of cut of a crankshaft 56.

[0064] Next, control (step S129 of drawing 4) of an engine 50 is explained. target rotational frequency  $N_{e*}$  to which the engine 50 was set in step S122 of drawing 4 -- \*\* -- the rotational frequency  $N_e$  and Torque  $T_e$  are controlled to be in a steady operation condition on the operation point with which it is expressed by target torque  $T_{e*}$ . So that an engine 50 may specifically be operated on the operation point expressed with target rotational frequency  $N_{e*}$  and target torque  $T_{e*}$ . While opening control of a throttle valve 66, fuel-injection control from a fuel injection valve 51, and ignition control by the ignition plug 62 are performed by EFIECU70 which received target engine-speed  $N_{e*}$  and target torque  $T_{e*}$  by communication link from control CPU 90. Control is performed by the control CPU 90 of a control device 80 in the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 as load torque of an engine 50. It is because control of the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 which cannot operate an engine 50 only by control by EFIECU70 on the operation point of target torque  $T_{e*}$  and target rotational frequency  $N_{e*}$  since output-torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$  change with the load torque, but gives load torque is also needed. In addition, control of the clutch motor 30 mentioned above explained control of the torque  $T_c$  of the clutch motor 30.

[0065] By such processing, when desired value  $P_{b*}$  is a forward value While being outputted to a driving shaft 22 as power with which torque conversion is carried out by the clutch motor 30 and the assistant motor 40, and a part of energy  $P_e$  outputted from an engine 50 is expressed as a product of a rotational frequency  $N_d$  and torque command value  $T_{d*}$ . It is changed into the electrical energy with which the remainder of Energy  $P_e$  is equivalent to desired value  $P_{b*}$  by the clutch motor 30 or the assistant motor 40, and a dc-battery 94 is charged with this electrical energy. Moreover, when desired value  $P_{b*}$  is a negative value, the energy  $P_e$  outputted from an engine 50 and the electrical energy equivalent to desired value  $P_{b*}$  which discharges from a dc-battery 94 are outputted to a driving shaft 22 as power with which torque conversion is carried out by the clutch motor 30 and the assistant motor 40, and it is expressed as a product of a rotational frequency  $N_d$  and torque command value  $T_{d*}$ . Since the required energy  $P_n$  becomes equal to the energy  $P_d$  which should be outputted to a driving shaft 22 especially when desired value  $P_{b*}$  is a value 0, it will be outputted to a driving shaft 22 as power with which torque conversion is carried out by the clutch motor 30 and the assistant motor 40, and all the energy  $P_e$  outputted from an engine 50 is expressed as a product of a rotational frequency  $N_d$  and torque command value  $T_{d*}$ .

[0066] However, as the column of Object of the Invention of this specification also indicated,

since the operational status and effectiveness of an engine 50 change with the operating temperature of an engine 50, \*\*\*\* of the fuel supplied, atmospheric temperature, atmospheric pressures, etc., even if it sets up and controls each set point as mentioned above, they may not become a thing corresponding to the energy  $P_n$  which needs the energy outputted from an

engine 50. At this time, the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 will shift from that desired value  $P_{b*}$ . Below, the processing which corrects such a gap is explained based on step S114 of the output-control routine of drawing 4 thru/or processing of S124.

[0067] At step S106, when the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, processing which reads first the charge-and-discharge power  $P_b$  of the dc-battery 94 detected by wattmeter 99b is performed (step S114). Then, desired value  $P_{b*}$  is subtracted from the read charge-and-discharge power  $P_b$ , and the absolute value of deflection  $**P_b$  which calculated and (step S116) calculated the deflection  $**P_b$  is compared with a threshold  $P_{ref}$  (step S118). Here, deflection  $**P_b$  expresses the deflection to the energy which should be outputted from the engine 50 of the energy actually outputted from the engine 50. Moreover, a threshold  $P_{ref}$  is set up as tolerance from desired value  $P_{b*}$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94, and is defined with the time interval of the response of an engine 50, or the repeat of this routine, the property of the clutch motor 30 or the assistant motor 40, etc.

[0068] It is judged that it corresponds to the energy which the energy actually outputted from the engine 50 should output from an engine 50 when deflection  $**P_d$  is in tolerance. The combination of the energy  $P_n$  at that time and Energy  $P_e$  is written in the map used by the processing which derives the energy  $P_e$  of step S112 (step S124). The clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 are controlled using each set point then set up (step S126 thru/or S129). Thus, by writing the combination of Energy  $P_n$  and Energy  $P_e$  in the map used by the processing which derives Energy  $P_e$ , the more exact energy  $P_e$  can be derived now by processing of step S112.

[0069] On the other hand, when there is no deflection  $**P_d$  into tolerance, the energy  $P_e$  which should be outputted from an engine 50 based on deflection  $**P_d$  is re(step S120) set up by count ( $P_e < -P_e - K_b **P_b$ ). Here,  $K_b$  is a proportionality constant. Therefore, when deflection  $**P_b$  is a forward value, the charge-and-discharge power  $P_b$  makes energy  $P_e$  small across tolerance, when larger than desired value  $P_{b*}$ , and when deflection  $**P_b$  is a negative value, the charge-and-discharge power  $P_b$  enlarges energy  $P_e$  across tolerance, when smaller than desired value  $P_{b*}$ . And based on this energy  $P_e$  that it reset, target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 50 and target torque  $T_e^*$  are reset (step S122), and the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 are controlled using the value which it reset (step S126 thru/or S128). The charge and discharge of the dc-battery 94 can be carried out now with the power set up while the power which deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  and desired value  $P_{b*}$  came in tolerance, and set it up by such processing was outputted to the driving shaft 22.

[0070] Even if the energy actually outputted by external causes, such as an operating temperature of an engine 50, \*\*\*\* of the fuel supplied, atmospheric temperature, and an atmospheric pressure, from an engine 50 will differ from the energy which should be outputted from an engine 50 according to the power output unit 20 of the 1st example explained above. Since the energy  $P_e$  which should be outputted from an engine 50 based on deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 and desired value  $P_{b*}$  is changed, while outputting desired power to a driving shaft 22, the charge and discharge of the dc-battery 94 can be carried out with desired power. Therefore, if desired value  $P_{b*}$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 is made into a value 0 and the above-mentioned threshold  $P_{ref}$  is made small, torque conversion of the power outputted without the charge and discharge of a dc-battery 94 from the engine 50 can be carried out more certainly, and it can output to a driving shaft 22. Consequently, since the charge and discharge of the unexpected dc-battery 94 are not performed, the energy efficiency of the whole equipment can be raised.

[0071] Moreover, according to the power output unit 20 of the 1st example, since it writes in the map used by the processing which derives Energy  $P_e$  and was made to learn when the



combination of the energy  $P_n$  when deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  and desired value  $P_b^*$  becomes in tolerance, and Energy  $P_e$  was given to Energy  $P_n$ , the more exact energy  $P_e$  can be derived to the given energy  $P_n$ . Consequently, the charge and discharge of the dc-battery 94 by unexpected power can be controlled further.

[0072] From the first, in the power output unit 20 of the 1st example, if the energy  $P_e$  outputted from an engine 50 is the same, since target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 50 and target torque  $T_e^*$  are set up so that effectiveness may become high as much as possible, the energy efficiency of the whole equipment can be raised further.

[0073] Although the power output unit 20 of the 1st example explained as output-control processing accompanied by the charge and discharge of a dc-battery 94, it cannot be overemphasized by making desired value  $P_b^*$  into a value 0 that it is applicable to the output-control processing which does not perform the charge and discharge of a dc-battery 94.

Moreover, although it writes in the map used by the processing which derives Energy  $P_e$  and was made to learn in the power output unit 20 of the 1st example when the combination of the energy  $P_n$  when deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  and desired value  $P_b^*$  becomes in tolerance, and Energy  $P_e$  was given to Energy  $P_n$ , it does not interfere as what is not equipped with such a learning function.

[0074] Moreover, although it asked for the energy which should output the required energy  $P_n$  to a driving shaft 22, and a dc-battery 94 in the power output unit 20 of the 1st example by the sum with desired value  $P_b^*$  which carries out charge and discharge. When a power output unit is equipped with auxiliary machinery which drives the power which discharges from the energy outputted from an engine 50, or a dc-battery 94 as a driving source, such as an air-conditioner and a pump. It is good also as what asks for the energy which should output the required energy  $P_n$  to a driving shaft 22, and a dc-battery 94 by the sum of desired value  $P_b^*$  which carries out charge and discharge, and energy required for the drive of auxiliary machinery.

[0075] Although the energy outputted from an engine 50 based on the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 was corrected to the energy which should be outputted from an engine 50 in the power output unit 20 of the 1st example, it is good also as that by which an engine 50 corrects a gap based on the torque  $T_e$  actually outputted. The output-control routine in this case is illustrated to drawing 10. Since it is the same as that of step S100 of the output-control routine of drawing 4 thru/or processing of S112 and step S122 thru/or processing of S129 about step S160 of the output-control routine of drawing 10 thru/or processing of S172 and step S182 thru/or processing of S189, it omits about detailed explanation of these processings. Hereafter, the engine speed  $N_d$  of the driving shaft 22 in the routine of drawing 10 and processing (step S174 thru/or processing of S189) when the accelerator pedal position  $AP$  is the same as last time are explained.

[0076] At step S166, when the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, first, target torque  $T_e^*$  of an engine 50 is subtracted from torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30, and deflection  $**T_e$  is calculated (step S174). Since torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 is equivalent to the load torque  $T_e$  of the engine 50 at that time in the state of steady operation as mentioned above, deflection  $**T_e$  will express the deflection of Torque  $T_e$  and target torque  $T_e^*$  which the engine 50 is actually outputting. Then, the absolute value of calculated deflection  $**T_e$  is compared with a threshold  $T_{ref}$  (step S178). Here, a threshold  $T_{ref}$  is set up as tolerance from target torque  $T_e^*$  of the torque  $T_e$  actually outputted from the engine 50.

[0077] It is judged that the energy actually outputted is the energy which should be outputted from an engine 50 from the engine 50 when deflection  $**T_e$  is in tolerance. The combination of the energy  $P_n$  at that time and Energy  $P_e$  is written in the map used by the processing which derives the energy  $P_e$  of step S172 (step S184). The clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 are controlled using each set point then set up (step S186 thru/or S189).

[0078] On the other hand, when there is no deflection  $**T_e$  into tolerance, the energy  $P_e$  which should be outputted from an engine 50 based on deflection  $**T_e$  is re(step S180) set up by count ( $P_e < -P_e - K_t x **T_e$ ). Here,  $K_t$  is a proportionality constant. Therefore, when deflection  $**T_e$  is a forward value (i.e., when the torque  $T_e$  actually outputted from the engine 50 is larger than

target torque  $Te^*$ ), energy  $Pe$  is made small, and energy  $Pe$  is enlarged when deflection  $Pb$  is a negative value (i.e., when Torque  $Te$  is smaller than target torque  $Te^*$ ). And based on this energy  $Pe$  that it reset, target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 50 and target torque  $Te^*$  are reset (step S182), and the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 are controlled using the value which it reset (step S186 thru/or S189). By such processing, the energy which should be outputted from an engine 50 can actually be outputted.

[0079] Even if the energy which the engine 50 is actually outputting according to external causes, such as an operating temperature of an engine 50,  $****$  of the fuel supplied, atmospheric temperature, and an atmospheric pressure, will differ from the energy which should be outputted from an engine 50 according to the output-control routine of drawing 10 explained above Since the energy  $Pe$  which should be outputted from an engine 50 based on deflection  $Pb$  of Torque  $Te$  and target torque  $Te^*$  which are actually outputted from the engine 50 is changed, while outputting desired power to a driving shaft 22, the charge and discharge of the dc-battery 94 can be carried out with desired power. Therefore, if desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power  $Pb$  of a dc-battery 94 is made into a value 0 and the above-mentioned threshold  $Tref$  is made small, torque conversion of the power outputted without the charge and discharge of a dc-battery 94 from the engine 50 can be carried out more certainly, and it can output to a driving shaft 22. Consequently, since the charge and discharge of the unexpected dc-battery 94 are not performed, the energy efficiency of the whole equipment can be raised.

[0080] In the power output unit 20 of the 1st example, or its modification Although it controlled to actually output the energy which should be outputted from an engine 50 by changing the energy outputted from an engine 50 when the energy actually outputted from the engine 50 differed from the energy which should be outputted from an engine 50 for example, when a breath cylinder of an engine 50 cannot carry out a flame failure or cannot output sufficient energy from an engine 50 like [ at the time at the time of operation at high ground ] Since the energy which should change the energy outputted from an engine 50 and should be outputted from an engine 50 cannot actually be outputted It is good also as what adjusts command value  $Td^*$  of torque and target torque  $Te^*$  of an engine 50 which should be outputted to a driving shaft 22 to the energy actually outputted from the engine 50. The output-control routine in this case is illustrated to drawing 1111 and drawing 12. Drawing 11 is an output-control routine at the time of correcting torque command value  $Td^*$  to the energy actually outputted from the engine 50 based on the charge-and-discharge power  $Pb$  of a dc-battery 94, and drawing 12 is an output-control routine at the time of correcting torque command value  $Td^*$  and target torque  $Te^*$  of an engine 50 to the energy actually outputted from the engine 50 based on the torque  $Te$  actually outputted from the engine 50. First, the output-control routine of drawing 11 is explained.

[0081] Since step S200 of the output-control routine of drawing 11 thru/or processing of S206 are the same as step S100 of the output-control routine of drawing 4 thru/or processing of S106, the detailed explanation is omitted. When the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  differ from last time at step S206, command value  $Td^*$  of the torque which should be outputted to a driving shaft 22 based on the accelerator pedal position  $AP$ , an engine speed  $Nd$ , and a correction factor  $K$  is set up (step S208). Torque command value  $Td^*$  set up here multiplies the value (torque command value  $Td^*$  set up at step S108 of the output-control routine of drawing 4) drawn using the map of drawing 5 by the correction factor  $K$ . A value 1 is set up as initial value by the initialization routine which is not illustrated, and a correction factor  $K$  changes within the limits of this value 1 and the threshold  $Kref$  mentioned later, when the power output unit 20 is started.

[0082] Next, the energy  $Pe$  which should search for the required energy  $Pn$  by count ( $Pn = Nd \times Td^* / (K + Pb^*)$ ) (step S210), and should output it from an engine 50 based on the energy  $Pn$  searched for is derived (step S212). Since the formula which searches for the required energy  $Pn$  is dividing the 1st term of the right-hand side by the correction factor  $K$ , it serves as the same value as the energy  $Pn$  searched for at step S110 of the output-control routine of drawing 4. Therefore, if Energy  $Pn$  and Energy  $Pe$  have the same desired value  $Pb^*$  of the charge-and-discharge power of the accelerator pedal position  $AP$ , the engine speed  $Nd$  of a

driving shaft 22, and a dc-battery 94, they will serve as the same value irrespective of the value of a correction factor  $K$ . If the energy  $P_e$  which should be outputted from an engine 50 is searched for, control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 will be performed using the value which set up and (step S213) set up target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 50, and target torque  $T_e^*$  based on Energy  $P_e$  (step S226 thru/or S229). Since a correction factor  $K$  can multiply by torque command value  $T_d^*$  by such processing, it will be set up smaller than the value which can be found based on the accelerator pedal position  $AP$  and the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22, and target engine-speed  $N_e^*$  of an engine 50 and target torque  $T_e^*$  will be set as the value which becomes settled based on torque command value  $T_d^*$  and desired value  $P_b^*$  when making a correction factor  $K$  into a value 1 irrespective of the value of a correction factor  $K$ . Therefore, when a correction factor  $K$  is a value 1, it becomes the same processing as the output-control routine of drawing 4. In addition, control of step S226 thru/or the clutch motor 30 of S229, the assistant motor 40, and an engine 50 is the same as the control explained by step S126 of drawing 4 thru/or S129.

[0083] At step S206, when the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, the charge-and-discharge power  $P_b$  which read first the charge-and-discharge power  $P_b$  of the dc-battery 94 detected by wattmeter 99b (step S214), and was read from desired value  $P_b^*$  is reduced, and deflection  $**P_b$  which calculated and (step S216) calculated the deflection  $**P_b$  is compared with a threshold  $P_{ref}$  (step S118). And when deflection  $**P_d$  is below the threshold  $P_{ref}$ , control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 is performed using the value set up now (step S226 thru/or S229).

[0084] On the other hand, when deflection  $**P_d$  is larger than a threshold  $P_{ref}$ , what subtracted, predetermined value  $**K$  from the correction factor  $K$  is set up as a new correction factor  $K$  (step S220), and processing restricted so that the set-up correction factor  $K$  may not become under the threshold  $K_{ref}$  is performed (steps S222 and S223). Here, predetermined value  $**K$  is variation to which a correction factor  $K$  is changed gradually, and in the example, the correction factor  $K$  set it up, as changed only in 0.01 in 1 second. It restricts for preventing becoming small too much so that a correction factor  $K$  may not become under the threshold  $K_{ref}$ . In addition, in the example, the value 0.7 was set as the threshold  $K_{ref}$ . And what squared the correction factor  $K$  is set as torque command value  $T_d^*$  as new torque command value  $T_d^*$  (step S224), and control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 is performed to it using the set-up value (step S226 thru/or S229).

[0085] Even if the energy actually outputted by the flame failure of some gas columns of an engine 50 etc. from the engine 50 will differ from the energy which should be outputted from an engine 50 according to the output-control routine of drawing 11 explained above Since command value  $T_d^*$  of the torque which should be outputted to a driving shaft 22 based on deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 and desired value  $P_b^*$  is changed While outputting the power which multiplied by changed torque command value  $T_d^*$  and the engine speed  $N_d$  to a driving shaft 22, the charge and discharge of the dc-battery 94 can be carried out with desired power. Therefore, if desired value  $P_b^*$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 is made into a value 0 and the above-mentioned threshold  $P_{ref}$  is made small, torque conversion of the power outputted without the charge and discharge of a dc-battery 94 from the engine 50 can be carried out more certainly, and it can output to a driving shaft 22. Consequently, since discharge of the superfluous dc-battery 94 is not performed, a dc-battery riser can be prevented.

[0086] By the output-control routine of drawing 11, although explained as output-control processing accompanied by the charge and discharge of a dc-battery 94, it cannot be overemphasized by making desired value  $P_b^*$  into a value 0 that it is applicable to the output-control processing which does not perform the charge and discharge of a dc-battery 94. Moreover, although it asked for the energy which should output the required energy  $P_n$  to a driving shaft 22, and a dc-battery 94 by the output-control routine of drawing 11 based on desired value  $P_b^*$  which carries out charge and discharge When a power output unit is equipped with auxiliary machinery which drives the power which discharges from the energy outputted from an engine 50, or a dc-battery 94 as a driving source, such as an air-conditioner and a pump

It is good also as what asks for the energy which should output the required energy  $P_n$  to a driving shaft 22, and a dc-battery 94 based on desired value  $P_b^*$  which carries out charge and discharge, and energy required for the drive of auxiliary machinery.

[0087] Next, the output-control routine of drawing 12 is explained. Since it is the same as that of step S200 of the output-control routine of drawing 11 thru/or processing of S213 and step S220 thru/or processing of S229 about step S230 of the output-control routine of drawing 12 thru/or processing of S243 and step S250 thru/or processing of S259, it omits about detailed explanation of these processings. Hereafter, the engine speed  $N_d$  of the driving shaft 22 in the routine of drawing 12 and processing (step S244 thru/or processing of S248) when the accelerator pedal position  $AP$  is the same as last time are explained.

[0088] At step S236, when the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, processing which calculates deflection  $**Te$  by count ( $**Te = K \times Te^* - Tc^*$ ) is performed first (step S244). Here, target torque  $Te^*$  which multiplied by the correction factor  $K$  is used for bringing desired value close to the torque  $Te$  actually outputted from the engine 50. In addition, it explained that it is equivalent to the torque  $Te$  which torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 is actually outputting from the engine 50, and that deflection  $**Te$  expressed the deflection of Torque  $Te$  and target torque  $Te^*$  which the engine 50 is actually outputting.

[0089] When deflection  $**Te$  is below the threshold  $T_{ref}$ , control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 is performed using the value set up now (step S256 thru/or S259). When deflection  $**Te$  is larger than a threshold  $T_{ref}$  What subtracted predetermined value  $**K$  from the correction factor  $K$  is set up as a new correction factor  $K$  (step S250). It restricts so that the set-up correction factor  $K$  may not become under the threshold  $K_{ref}$  (steps S252 and S253). What squared the correction factor  $K$  is set as torque command value  $Td^*$  as new torque command value  $Td^*$  (step S254), and control of the clutch motor 30, the assistant motor 40, and an engine 50 is performed to it using the set-up value (step S256 thru/or S259).

[0090] Even if the energy actually outputted by the flame failure of some gas columns of an engine 50 etc. from the engine 50 will differ from the energy which should be outputted from an engine 50 according to the output-control routine of drawing 12 explained above While changing torque command value  $Td^*$ , reducing a correction factor  $K$  gradually Since the desired value used for a judgment is multiplied by the correction factor  $K$ , while outputting the power which multiplied by changed torque command value  $Td^*$  and the engine speed  $N_d$  to a driving shaft 22, the charge and discharge of the dc-battery 94 can be carried out with desired power. Therefore, if desired value  $P_b^*$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 94 is made into a value 0 and the above-mentioned threshold  $T_{ref}$  is made small, torque conversion of the power outputted without the charge and discharge of a dc-battery 94 from the engine 50 can be carried out more certainly, and it can output to a driving shaft 22. Consequently, since discharge of the superfluous dc-battery 94 is not performed, a dc-battery riser can be prevented.

[0091] Although the clutch motor 30 and the assistant motor 40 were separately attached in the driving shaft 22 with the power output unit 20 of the 1st example including such a modification, respectively, you may constitute like power output unit 20A of the modification illustrated to drawing 13 so that a clutch motor and an assistant motor may be united. It explains briefly [ below ] about the configuration of power output unit 20A of this modification. Clutch motor 30 of power output unit 20A of modification A consists of inner rotor 34A combined with the crankshaft 56, and outer rotor 32A combined with the driving shaft 22, three phase coil 36A is attached in inner rotor 34A, and permanent magnet 35A is inserted in outer rotor 32A so that the magnetic pole by the side of the peripheral face may differ from the magnetic pole by the side of inner skin, so that it may illustrate. In addition, although not illustrated, between the magnetic pole by the side of the peripheral face of permanent magnet 35A, and the magnetic pole by the side of inner skin, the member constituted with non-magnetic material is fitted in. On the other hand, assistant motor 40A consists of stators 43 in which outer rotor 32A and the three phase coil 44 of this clutch motor 30A were attached. That is, it has composition in which outer rotor 32 of clutch motor 30A serves as Rota of assistant motor 40A. In addition, since three phase coil 36A is attached in inner rotor 34A combined with the crankshaft 56, the slip ring

38 which supplies power to three phase coil 36 of clutch motor 30. A is attached in the crankshaft 56.

[0092] It operates like the clutch motor 30 of the above-mentioned power output unit 20 which attached the clutch motor 30 and the assistant motor 40 in the driving shaft 22 separately by controlling by power output unit 20A of this modification the electrical potential difference impressed to three phase coil 36 of inner rotor 34A to the magnetic pole by the side of the inner skin of permanent magnet 35A inserted in outer rotor 32A. Moreover, it operates like the assistant motor 40 of the power output unit 20 of an example by controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 44 of a stator 43 to the magnetic pole by the side of the peripheral face of permanent magnet 35A inserted in outer rotor 32A. Therefore, power output unit 20A of a modification operates similarly about all actuation that the power output unit 20 of the example mentioned above performs.

[0093] According to power output unit 20A of such a modification, since outer rotor 32A serves as one side of Rota of clutch motor 30A, and Rota of assistant motor 40A, a miniaturization and lightweight-izing of a power output unit can be attained.

[0094] Moreover, in the power output unit 20 of the 1st example, although the assistant motor 40 was attached in the driving shaft 22, as shown in power output unit 20B of the modification of drawing 14, the assistant motor 40 may be attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and the clutch motor 30. The power output unit 20 of such a modification operates as follows. The rotational frequency  $N_e$  on the curve of the output energy regularity to which an engine 50 is expressed at the torque and the rotational frequency of drawing 3 is now operated with a value  $N_1$ , and Torque  $T_e$  is operated on the operation point  $P_1$  of a value  $T_1$ , and suppose that the driving shaft 22 is rotating at the rotational frequency of the rotational frequency  $N_d$  of a value  $N_2$ . If Torque  $T_a$  ( $T_a = T_2 - T_1$ ) is outputted to a crankshaft 56 from the assistant motor 40 attached in the crankshaft 56, the energy expressed with the field  $G_2$  of drawing 3 and the sum of field  $G_3$  will be given to a crankshaft 56, and the torque of a crankshaft 56 will serve as a value  $T_2$  ( $T_1 + T_a$ ). On the other hand, if the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 is controlled as a value  $T_2$ , while this torque  $T_c$  ( $T_1 + T_a$ ) will be outputted to a driving shaft 22, the power (energy expressed with the sum of a field  $G_1$  and field  $G_3$ ) based on the rotational frequency difference  $N_c$  of the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 and the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is revived. Therefore, if it sets up so that the torque  $T_a$  of the assistant motor 40 can be exactly provided with the power revived by the clutch motor 30, and this regeneration power is supplied to the 2nd drive circuit 92 through power-source Rhine  $L_1$  and  $L_2$ , the assistant motor 40 will be driven with this regeneration power.

[0095] Moreover, the rotational frequency  $N_e$  in drawing 3 is operated with a value  $N_2$ , Torque  $T_e$  is operated for the engine 50 on the operation point  $P_2$  of a value  $T_2$ , and the time of the driving shaft 22 rotating at the rotational frequency  $N_d$  of a value  $N_2$  is considered. If it controls as a value asked for the torque  $T_a$  of the assistant motor 40 by  $T_2 - T_1$  at this time, regenerative control of the assistant motor 40 will be carried out, and it will revive the energy (power) expressed in the field  $G_2$  in drawing 3 from a crankshaft 56. On the other hand, since the inner rotor 34 rotates relatively [ hand of cut / of a driving shaft 22 ] at the rotational frequency of the rotational frequency difference  $N_c$  ( $N_1 - N_2$ ) to an outer rotor 32, the clutch motor 30 functions as a usual motor, and the energy expressed in the field  $G_1$  according to the rotational frequency difference  $N_c$  is given to a driving shaft 22 as rotational energy. Therefore, if it sets up so that the power consumed by the clutch motor 30 can be exactly provided with the power revived by the assistant motor 40 in the torque  $T_a$  of the assistant motor 40, the clutch motor 30 will be driven with the power revived by the assistant motor 40.

[0096] Therefore, if power output unit 20B of a modification as well as the power output unit 20 of the 1st example controls the torque  $T_a$  of the assistant motor 40, and the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 so that a degree type (6) and a formula (7) are realized, it can carry out torque conversion of the energy outputted from an engine 50 freely, and can be given to a driving shaft 22. moreover, power output unit 20B of a modification as well as the power output unit 20 of the 1st example Besides the actuation which carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 50, and is outputted to a driving shaft 22 Make it larger than the

power (product of Torque  $T_d$  and a rotational frequency  $N_d$ ) of which the power (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ) outputted from an engine 50 is required by the driving shaft 22, and excessive electrical energy is found out. It can consider as the actuation accompanied by charge of a dc-battery 94, or can also consider as the actuation accompanied by [ carry out a thing and ] a dc-battery 94 to discharge which makes it smaller than the power of which the power conversely outputted from an engine 50 is required by the driving shaft 22, and runs short of electrical energy.

[0097]  $T_{ex}N_e = T_{cx}N_d$  -- (6)

$T_e + T_a = T_c = T_d$  -- (7)

[0098] Therefore, power output unit 20B of a modification as well as the power output unit 20 of the 1st example or its modification can perform drawing 4, drawing 10, or the output-control routine of drawing 12, and effectiveness as well as the effectiveness that the power output unit 20 of the 1st example and its modification do so can be done so. In addition, in power output unit 20B of a modification, since the assistant motor 40 is attached in the crankshaft 56 Processing which sets torque command value  $T_d^*$  as torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 as shown in step S270 of the clutch motor control routine which replaces with processing of steps S130 and S132 of the clutch motor control routine of drawing 8, and is illustrated to drawing 15 is performed. As shown in step S280 of the assistant motor control routine which replaces with processing of step S150 of the assistant motor control routine of drawing 9, and is illustrated to drawing 16 thru/or S282 It is necessary to read the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 and to perform processing which sets the value computed by the degree type (8) using the read rotational frequency  $N_e$  as torque command value  $T_a^*$  of the assistant motor 40.

[0099]

[Equation 6]

$$T_a^* \leftarrow \text{前回 } T_a^* + K3(N_e^* - N_e) + K4 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots\dots(8)$$

[0100] In power output unit 20B of such a modification, although the assistant motor 40 was attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and the clutch motor 30, it is good also as arrangement which pinches an engine 50 by the assistant motor 40 and the clutch motor 30 like power output unit 20C of the modification illustrated to drawing 17.

[0101] Moreover, like power output unit 20D of a modification which illustrates power output unit 20B of a modification to drawing 18, you may constitute so that it may be united in a clutch motor and an assistant motor. In power output unit 20D of such a modification, it has composition in which outer rotor 32D of clutch motor 30D serves as Rota of assistant motor 40D, and the same actuation as the clutch motor 30 of power output unit 20B of a modification is attained by controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 36 of inner rotor 34D to the magnetic pole by the side of the inner skin of permanent magnet 35D inserted in outer rotor 32D so that it may illustrate. Moreover, the same actuation as the assistant motor 40 of power output unit 20B of a modification is attained by controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 44 of a stator 43 to the magnetic pole by the side of the peripheral face of permanent magnet 35D inserted in outer rotor 32D. Therefore, power output unit 20D of a modification can completely operate similarly about all actuation of power output unit 20B of a modification. According to power output unit 20D of this modification, the effectiveness that the miniaturization and lightweight-izing of a power output unit other than the effectiveness, i.e., the effectiveness that the power output unit 20 of the 1st example does so, that power output unit 20B of a modification does so can be attained also does so.

[0102] In the power output unit 20 of the 1st example, or its modification, although the power output unit was carried in the car of FR mold or FF mold, you may apply to a four-wheel drive car (4WD) like power output unit 20E of the modification illustrated to drawing 19. With this configuration, the assistant motor 40 mechanically combined with the driving shaft 22 is separated from a driving shaft 22, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheels 27 and 29 of the rear wheel section are driven by this assistant motor 40.



On the other hand, it is combined with the differential gear 24 through the gear 23, and the tip of a driving shaft 22 drives the driving wheels 26 and 28 of the front-wheel section with this driving shaft 22. It is possible to realize the 1st example mentioned above under such a configuration.

[0103] Moreover, although the slip ring 38 which consists of rotation ring 38a and brush 38b as a means of communication of the power to the clutch motor 30 was used in the power output unit 20 of the 1st example, rotation ring-mercury contact, semi-conductor coupling of magnetic energy, a rotation transformer, etc. can also be used.

[0104] Next, the power output unit 110 as the 2nd example of this invention is explained. It is the block diagram showing the outline configuration of the car with which the block diagram in which drawing 20 shows the outline configuration of the power output unit 110 as the 2nd example, and drawing 21 incorporated the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of the 2nd example, and drawing 22 incorporated the power output unit 110 of the 2nd example.

[0105] The car with which the power output unit 110 of the 2nd example was incorporated is carrying out the same configuration as the car ( drawing 2 ) with which the power output unit 20 of the 1st example was built into the crankshaft 156 except for the point that planetary gear 120, the motor MG 1, and the motor MG 2 are attached instead of [ the clutch motor 30 and the assistant motor 40 ], as shown in drawing 22 . Therefore, about the same configuration as the power output unit 20 of the 1st example, the sign which applied the value 100 is attached among the configurations of the power output unit 110 of the 2nd example, and the explanation is omitted. In addition, the sign used also by explanation of the power output unit 110 of the 2nd example on the occasion of explanation of the power output unit 20 of the 1st example unless it showed clearly is used in the semantics same as it is.

[0106] As shown in drawing 20 , the power output unit 110 of the 2nd example consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 greatly combined with the sun gear 121 of planetary gear 120 and planetary gear 120 with which the planetary carrier 124 was mechanically combined with the crankshaft 156 of an engine 150 and an engine 150, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0107] As shown in drawing 21 , planetary gear 120 The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 of the hollow which penetrated the shaft center to the crankshaft 156, The ring wheel 122 combined with the crankshaft 156 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of a crankshaft 156 and support the revolving shaft of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and three shafts of the planetary carrier 124 (crankshaft 156) are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [ which was determined ]. In addition, the detail about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 is mentioned later.

[0108] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122 at the motor MG 1 side. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111. As shown in drawing 22 , gear association of this power transfer gear 111 is carried out at the differential gear 114. Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side.

[0109] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has the permanent magnet [ two or more (for N pole, in an example, the south pole is four pieces at four pieces) ] 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed,

and is being fixed to the case 115. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and the field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132. In addition, the resolver 139 which detects the angle-of-rotation thetas is formed in the sun gear shaft 125.

[0110] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has the permanent magnet [ two or more (for N pole, in an example, the south pole is four pieces at four pieces) ] 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 115. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [ this motor MG 2 ] a motor MG 1. In addition, the resolver 149 which detects the angle-of-rotation thetar is formed in the ring wheel shaft 126.

[0111] As shown in drawing 20, the control unit 180 with which the power output unit 110 of the 2nd example is equipped is constituted like the control unit 80 with which the power output unit 20 of the 1st example is equipped. The control unit 180 consists of dc-batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Namely, control CPU 190 The interior is equipped with RAM190a for work pieces, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 190, like the control CPU 90 of the 1st example Angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, The accelerator pedal position AP from accelerator pedal position sensor 164a The brake-pedal position BP from brake-pedal position sensor 165a, The shift position SP from the shift position sensor 184 The current values  $I_{u1}$  and  $I_{v2}$  from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values  $I_{u2}$  and  $I_{v2}$  from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, the remaining capacity BRM of the dc-battery 194 from remaining capacity detector 199a, The charge-and-discharge power  $P_b$  of the dc-battery 194 from wattmeter 199b prepared in the output terminal of a dc-battery 194 etc. is inputted through input port.

[0112] Moreover, from control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. In this 1st drive circuit 191 and the 2nd drive circuit 192, respectively six transistors Tr1 thru/or Tr6, a transistor Tr11, or Tr16 Constitute the transistor inverter, respectively, and two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair. In the 1st drive circuit 191, each of the three phase coil 134 of a motor MG 1 is connected, and each of the three phase coil 144 of a motor MG 2 is connected in the 2nd drive circuit 192 at the node. Power-source Rhine L1 and L2 is connected to the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively. Therefore, the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 thru/or Tr6, a transistor Tr11, or the ON time amount of Tr16 is sequentially controlled with control signals SW1 and SW2, and if the current which flows in the three phase coil 134,144 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 134,144.

[0113] Next, actuation of the power output unit 110 of the 2nd example is explained. The principle of operation of the power output unit 110 of the 2nd example, especially the principle of torque conversion are as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 expressed with an engine speed  $N_e$  and Torque  $T_e$  and operating the ring wheel shaft 126 on the operation point P2 expressed with an engine speed  $N_r$  which is different although it is the same



energy as the energy  $P_e$  outputted from this engine 150, and Torque  $T_r$ , the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered. The engine 150 at this time, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, and the relation of torque are shown in drawing 23.

[0114] According to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in three shafts (the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and planetary carrier 124) of planetary gear 120 or torque can be expressed as drawing called the collinear Fig. illustrated to drawing 24 and drawing 25, and can be solved geometrically. In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use an above-mentioned collinear Fig. In the 2nd example, since explanation is easy, it explains using a collinear Fig.

[0115] The axis of ordinate in drawing 24 is a rotational frequency shaft of three shafts, and an axis of abscissa expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (9).

[0116]

[Equation 7]

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots\dots(9)$$

[0117] The engine 150 is operated at the rotational frequency  $N_e$ , since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency  $N_r$  is considered, the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency  $N_r$  can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency  $N_s$  by the proportion equation (degree type (10)) using a rotational frequency  $N_e$  and a rotational frequency  $N_r$ . Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0118]

[Equation 8]

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1+\rho}{\rho} \quad \dots\dots(10)$$

[0119] Next, the torque  $T_e$  of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque  $T_e$  made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque  $T_{es}$  on an axis of coordinates S, and the torque  $T_{er}$  on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque  $T_{es}$  and  $T_{er}$  is expressed by a degree type (11) and the formula (12) at this time.

[0120]

[Equation 9]

$$T_{es} = T_e \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \cdots \cdots (11)$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{1}{1+\rho} \quad \cdots \cdots (12)$$

[0121] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque  $T_{es}$ , the torque  $T_{m1}$  with the opposite sense is made to act, magnitude is the same on an axis of coordinates R to resultant force with Torque  $T_r$  and Torque  $T_{er}$  with the opposite sense in the same magnitude as the torque outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque  $T_{m2}$  act on an axis of coordinates S. This torque  $T_{m1}$  can act by the motor MG 1, and torque  $T_{m2}$  can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy  $P_{m1}$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$  from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy  $P_{m2}$  expressed by the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$ .

[0122] Here, if electrical energy  $P_{m1}$  and electrical energy  $P_{m2}$  are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 since it is good, and energy  $P_r$  outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy  $P_e$  expressed with the product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$  and energy  $P_r$  expressed with the product of Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$  are made equal. If it compares with drawing 23, torque conversion is carried out, and energy will be the same and will output the power expressed with the torque  $T_e$  outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1, and a rotational frequency  $N_e$  to the ring wheel shaft 126 as power expressed with Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$ . As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, it is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126 in the power transmitted to a driving wheel 116,118.

[0123] Although the engine speed  $N_s$  of the sun gear shaft 125 is forward in the collinear Fig. shown in drawing 24, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 25, it may become negative at the engine speed  $N_e$  of an engine 150, and the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126. At this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy  $P_{m1}$  expressed by the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ . On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy  $P_{m2}$  expressed by the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 and electrical energy  $P_{m2}$  revived by the motor MG 2 are made equal, electrical energy  $P_{m1}$  consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2.

[0124] The power output unit 110 of such 2nd example needs to take actuation of planetary gear 120 into consideration, as mentioned above, but since it can set up independently the operation point of an engine 150, and the operation point of the ring wheel shaft 126, it can perform the same processing as the same processing as the power output unit 20 of the 1st example, or its modification, i.e., drawing 4, drawing 10, or the output-control routine of drawing 12. An example of the routine corresponding to drawing 4 performed by the power output unit 110 of the 2nd example, drawing 10, or the output-control routine of drawing 12 is shown in drawing

26 , drawing 29 , or drawing 31 . If all these output-control routines are explained, since it will become redundant as explanation of the power output unit 110 of the 2nd example, hereafter, the output-control routine of drawing 26 and the output-control routine of drawing 31 are explained, and the explanation about the output-control routine of drawing 29 which can be explained by combining a part of these two output-control routines, and drawing 30 R> 0 is omitted.

[0125] The output-control routine of drawing 26 performed in the power output unit 110 of the 2nd example The point of using command value  $Tr^*$  of the torque which should replace with command value  $Td^*$  of the torque which should be outputted to the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22, or a driving shaft 22 as compared with the output-control routine of drawing 4 , and should be outputted to the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126, or the ring wheel shaft 126 (step S302 thru/or S310), The point which replaces target engine-speed  $Ns^*$  of the sun gear shaft 125 with the engine speed  $Ne$  of an engine 50, computes by the formula (10) using target engine-speed  $Ne^*$ , and is set up (step S323), It is the same as that of the output-control routine of drawing 4 only by differing in that replace with control (steps S126 and S128) of the clutch motor 30 and the assistant motor 40, and control of a motor MG 1 and a motor MG 2 is performed (steps S326 and S329). In addition, since it is mechanically combined with the driving wheel 116,118 through the power fetch gear 128, the power transfer gear 111, and the differential gear 114, the ring wheel shaft 126 is substantially equivalent to the driving shaft 22 in the 1st example. moreover, although the 2nd example also indicated each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 as well as control of the clutch motor 30 of the 1st example, the assistant motor 40, and an engine 50 as a separate step, these the control of each is separate to different timing from this routine -- it is carried out independently and-like in parallel.

[0126] The control of the motor MG 1 of step S326 and the control of the motor MG 2 of step S328 in the output-processing routine of drawing 26 are performed by performing the control routine of the motor MG 2 illustrated to the control routine and drawing 28 of the motor MG 1 illustrated to drawing 27 . The processings (S330 and S332 of drawing 27 , step S350 of drawing 2828 ) which set up torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 only differ, and the control routine of the motor MG 2 illustrated to the control routine and drawing 28 of the motor MG 1 illustrated to drawing 27 is the same processing as the assistant motor control routine of drawing 9 . That is, torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 is set up by the degree type (13) using the rotational frequency  $Ns$  of the sun gear shaft 125, and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 is set up by the degree type (14). The 2nd term of the right-hand side in the formula (13) which computes torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 is a proportional which negates the deflection from target rotational frequency  $Ns^*$  of a rotational frequency  $Ns$ , and the 3rd term of the right-hand side is an integral term which abolishes steady-state deviation. Thus, by setting up torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1, by target rotational frequency  $Ns^*$ , it can be stabilized and the sun gear shaft 125 can be rotated. Since it asked for target engine-speed  $Ns^*$  of the sun gear shaft 125 by the formula (10) using target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 150, rotating the sun gear shaft 125 by target engine-speed  $Ns^*$  makes an engine 150 rotated by target engine-speed  $Ne^*$ . Therefore, planetary gear 120 and a motor MG 1 are playing a role of the clutch motor 30 in the power output unit 20 of the 1st example. Moreover, the formula (14) which computes torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 is called for by proportion from balance of the collinear of operation in drawing 24 or drawing 25 .

[0127]

[Equation 10]

$$Tm1^* \leftarrow \text{前回} Tm1^* + K5(Ns^* - Ns) + K6 \int (Ns^* - Ns) dt \quad \dots\dots(13)$$

$$Tm2^* \leftarrow Tr^* - \frac{Tm1^*}{\rho} \quad \dots\dots(14)$$

[0128] By performing the output-control routine of drawing 26 also with the power output unit 110 of the 2nd example by the above explanation Even if the energy actually outputted by external causes, such as the same effectiveness as the effectiveness that the power output unit 20 of the 1st example does so, i.e., the operating temperature of an engine 150, ~~\*\*\*\*~~ of the fuel supplied, atmospheric temperature, and an atmospheric pressure, from an engine 150 will differ from the energy which should be outputted from an engine 150 Since the energy  $P_e$  which should be outputted from an engine 150 based on deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 194 and desired value  $P_b^*$  is changed, while outputting desired power to the sun gear shaft 125 By making into a value 0 desired value  $P_b^*$  of the effectiveness that the charge and discharge of the dc-battery 194 can be carried out with desired power, and the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 194 The effectiveness that the energy efficiency of the whole equipment can be raised while preventing the charge and discharge of the unexpected dc-battery 194, By learning the combination of the energy  $P_n$  when deflection  $**P_b$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  and desired value  $P_b^*$  becomes in tolerance, and Energy  $P_e$ , the effectiveness that the charge and discharge of the dc-battery 194 by unexpected power can be controlled etc. can be done so.

[0129] Next, the output-control routine of drawing 31 corresponding to the output-control routine of drawing 12 is explained. The output-control routine of drawing 31 compares with the output-control routine of drawing 12. The point of using command value  $Tr^*$  of the torque which should replace with command value  $Td^*$  of the torque which should be outputted to the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22, or a driving shaft 22, and should be outputted to the rotational frequency  $N_r$  of the ring wheel shaft 126, or the ring wheel shaft 126 (step S440 thru/or S452), The point which replaces target engine-speed  $N_s^*$  of the sun gear shaft 125 with the engine speed  $N_e$  of an engine 50, computes by the formula (10) using target engine-speed  $N_e^*$ , and is set up (step S456), The point that the processings which calculate deflection  $**T_e$  differ (steps S458 and S460), It is the same as that of the output-control routine of drawing 4 only by differing in that replace with control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40, and control of a motor MG 1 and a motor MG 2 is performed (steps S472 and S474). in addition, that the ring wheel shaft 126 is substantially equivalent to the driving shaft 22 in the 1st example among these differences, and equivalent [ planetary gear 120 and a motor MG 1 ] to the clutch motor 30 -- therefore, it explained. The processing after the processing which calculates different deflection  $**T_e$  from the output-control routine of drawing 12 hereafter (step S458 thru/or S476) is explained.

[0130] At step S446, when the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, the control CPU 190 of a control device 180 first performs processing which computes the presumed torque  $Test$  which is the estimate of the torque  $T_e$  actually outputted from the engine 150 by the degree type (15) (step S458). Now, since the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126 and the accelerator pedal position  $AP$  are the same as last time, you may think that the power output unit 110 is in a steady operation condition. Therefore, the torque  $T_e$  currently outputted from the engine 150 can be searched for by the formula (15) for which it asked using torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1, and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 from balance of the collinear of operation in the collinear Fig. of drawing 24 or drawing 25.

[0131]

[Equation 11]

$$Test \leftarrow \frac{1+\rho}{\rho} \times Tm1^* - Tm2^* \quad \dots\dots(15)$$

[0132] If the presumed torque  $Test$  is searched for, processing which computes deflection  $**T_e$  by reducing the presumed torque  $Test$  searched for from target torque  $T_e^*$  which multiplied by the correction factor  $K$  will be performed (step S460). Here, target torque  $T_e^*$  which multiplied by the correction factor  $K$  is used for bringing desired value close to the torque  $T_e$  actually outputted from the engine 150 like the case of the output-control routine of drawing 12.

Deflection  $\Delta L$  is compared with a threshold  $T_{ref}$  if deflection  $\Delta L$  is computed (step S462). In this way, when deflection  $\Delta L$  is larger than a threshold  $T_{ref}$  What subtracted predetermined value  $\Delta L_{K}$  from the correction factor  $K$  is set up as a new correction factor  $K$  (step S464). It restricts so that the set-up correction factor  $K$  may not become under the threshold  $K_{ref}$  (steps S466 and S468). What squared the correction factor  $K$  is set as command value  $T_r^*$  of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 as new torque command value  $T_r^*$  (step S470). Control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 is performed using the set-up value (step S472 thru/or S476).

[0133] Even if the energy actually outputted by the flame failure of some gas columns of an engine 150 etc. from the engine 150 will differ from the energy which should be outputted from an engine 150 according to the output-control routine of drawing 31 explained above While multiplying by the correction factor  $K$  which decreases gradually and making torque command value  $T_r^*$  change Since a correction factor  $K$  is made to multiply by it and change into the desired value used for a judgment, while outputting the power which multiplied by changed torque command value  $T_r^*$  and the engine speed  $N_r$  to the ring wheel shaft 126, the charge and discharge of the dc-battery 194 can be carried out with desired power. Therefore, if desired value  $P_b^*$  of the charge-and-discharge power  $P_b$  of a dc-battery 194 is made into a value 0 and the above-mentioned threshold  $T_{ref}$  is made small, torque conversion of the power outputted without the charge and discharge of a dc-battery 194 from the engine 150 can be carried out more certainly, and it can output to the ring wheel shaft 126. Consequently, since discharge of the superfluous dc-battery 194 is not performed, a dc-battery riser can be prevented.

[0134] Although the power outputted to the ring wheel shaft 126 was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in the power output unit 110 of the 2nd example, as shown in power output unit 110A of the modification of drawing 32, it is good also as what extends and picks out the ring wheel shaft 126 from a case 115. Moreover, as shown in power output unit 110B of the modification of drawing 33, you may arrange so that it may become the order of planetary gear 120, a motor MG 2, and a motor MG 1 from an engine 150 side. In this case, sun gear shaft 125B may not be hollow, and ring wheel shaft 126B needs to be taken as a hollow shaft. If it carries out like this, the power outputted to ring wheel shaft 126B can be taken out from between an engine 150 and motors MG 2.

[0135] Although the motor MG 2 was attached in the ring wheel shaft 126 in the power output unit 110 of the 2nd example, it is good also as what attaches a motor MG 2 in a crankshaft 156 like power output unit 110C of the modification illustrated to drawing 34 R> 4. In power output unit 110C of this modification, as shown in drawing 34, Rota 132 of a motor MG 1 is attached in sun gear shaft 125C combined with the sun gear 121 of planetary gear 120, and the crankshaft 156 of an engine 150 is attached in the planetary carrier 124 like the power output unit 110 of the 2nd example. Rota 142 of a motor MG 2 and the resolver 157 which detects angle-of-rotation  $\theta_{ae}$  of a crankshaft 156 are attached in this crankshaft 156. The resolver 149 which detects the angle-of-rotation  $\theta_{ar}$  is only attached, and ring wheel shaft 126C attached in the ring wheel 122 of planetary gear 120 is combined with the power fetch gear 128.

[0136] Power output unit 110C of this modification operates as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 expressed with an engine speed  $N_e$  and Torque  $T_e$  and operating ring wheel shaft 126C on the operation point P2 expressed with the engine speed  $N_r$  used as the same energy  $P_r$  ( $P_r = N_r \times T_r$ ) as the energy  $P_e$  ( $P_e = N_e \times T_e$ ) outputted from an engine 150, and Torque  $T_r$ , the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on ring wheel shaft 126C considers. The collinear Fig. of this condition is illustrated to drawing 35 and drawing 36.

[0137] Considering balance of the collinear of operation in the collinear Fig. of drawing 35, a degree type (16) thru/or a formula (19) are drawn. That is, a formula (16) is drawn from balance of the energy  $P_e$  inputted from an engine 150 and the energy  $P_r$  outputted to ring wheel shaft 126C, and a formula (17) is drawn as total of energy inputted into the planetary carrier 124 through a crankshaft 156. Moreover, a formula (18) and a formula (19) are drawn by dividing the torque which acts on the planetary carrier 124 into the torque which makes an axis of

coordinates S and an axis of coordinates R line of action.

[0138]

[Equation 12]

$$T_e \times N_e = T_r \times N_r \quad \dots\dots(16)$$

$$T_c = T_e + T_{m2} \quad \dots\dots(17)$$

$$T_{cs} = T_c \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots(18)$$

$$T_{cr} = T_c \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots(19)$$

[0139] What is necessary is to be equal in torque  $T_{m1}$  and Torque  $T_{cs}$ , and just to make Torque  $T_r$  and torque  $T_{cr}$  equal, since what is necessary is just to be able to take balance of the force of a collinear of operation in order for this collinear of operation to be stable in this condition. If torque  $T_{m1}$  and torque  $T_{m2}$  are searched for from the above relation, it is expressed like a degree type (20) and a formula (21).

[0140]

[Equation 13]

$$T_{m1} = T_r \times \rho \quad \dots\dots(20)$$

$$T_{m2} = T_r \times (1+\rho) - T_e \quad \dots\dots(21)$$

[0141] Therefore, if the torque  $T_{m1}$  searched for by the formula (20) by the motor MG 1 is made to act on sun gear shaft 125C and the torque  $T_{m2}$  searched for by the formula (21) by the motor MG 2 is made to act on a crankshaft 156, torque conversion can be carried out and the power expressed with the torque  $T_e$  outputted from an engine 150 and a rotational frequency  $N_e$  can be outputted to the power expressed with Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$  at ring wheel shaft 126C. In addition, in the condition of this collinear Fig., since the direction of rotation of Rota 132 and the operation direction of torque become reverse, a motor MG 1 operates as a generator and revives electrical energy  $P_{m1}$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ . On the other hand, since the direction of rotation of Rota 142 and the operation direction of torque become the same, a motor MG 2 operates as a motor and consumes electrical energy  $P_{m2}$  expressed with the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$ .

[0142] Although the engine speed  $N_s$  of sun gear shaft 125C is forward in the collinear Fig. shown in drawing 35, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 36, it may become negative at the engine speed  $N_e$  of an engine 150, and the engine speed  $N_r$  of ring wheel shaft 126C. At this time, since the direction of rotation of Rota 132 and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy  $P_{m1}$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ . On the other hand, since the direction of rotation of Rota 142 and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy  $P_{m2}$  expressed with the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  from ring wheel shaft 126C.

[0143] As explained above, if power output unit 110C of a modification also controls a motor MG 1 and the motor MG 2 as well as the power output unit 110 of the 2nd example so that the torque computed by a formula (20) and the formula (21) is outputted, it can carry out torque conversion of the energy outputted from an engine 150 freely, and can be outputted to ring wheel shaft 126C. moreover, power output unit 110C of a modification as well as the power output unit 110 of the 2nd example Besides the actuation which carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to ring wheel shaft 126C Make it larger than the power (product of Torque  $T_r$  and a rotational frequency  $N_r$ ) of which the power (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ) outputted from an engine 150 is required by the ring wheel shaft 126, and excessive electrical energy is found out. It can consider as the actuation accompanied by charge of a dc-battery 194, or can also consider as the actuation accompanied by [ carry out a thing and ] a dc-battery 194 to discharge which makes it

smaller than the power of which the power conversely outputted from an engine 150 is required by the ring wheel shaft 126, and runs short of electrical energy.

[0144] Therefore, power output unit 110C of a modification can also perform drawing 2626, drawing 29, or the output-control routine of drawing 31, and can do so effectiveness as well as the effectiveness that the power output unit 110 of the 2nd example and its modification do so. [ as well as the power output unit 110 of the 2nd example ] In addition, in power output unit 110C of a modification, since the motor MG 2 is attached in the crankshaft 156 As shown in step S480 of the control routine of the motor MG 1 which replaces with processing of steps S330 and S332 of the control routine of the motor MG 1 of drawing 27, and is illustrated to drawing 37 Processing which sets the value which replaced with the torque  $T_r$  of an upper type (20), and was computed using torque command value  $T_r^*$  as torque command value  $T_{m1}^*$  of a motor MG 1 is performed. As shown in steps S490 and S492 of the control routine of the motor MG 1 which replaces with processing of step S350 of the control routine of the motor MG 2 of drawing 28, and is illustrated to drawing 38 It is necessary to read the rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 and to perform processing which sets the value computed by the degree type (22) using the read rotational frequency  $N_e$  as torque command value  $T_{m2}^*$  of a motor MG 1.

[0145]

[Equation 14]

$$T_{m2}^* \leftarrow \text{前回} T_{m2}^* + K7(N_e^* - N_e) + K8 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots\dots(22)$$

[0146] Although considered as the arrangement which pinches a motor MG 2 by the engine 150 and the motor MG 1 in power output unit 110C of a modification, as shown in power output unit 110D of the modification of drawing 39, it is good also as arrangement which pinches an engine 150 by the motor MG 1 and the motor MG 2. Moreover, although the power outputted to ring wheel shaft 126C was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in power output unit 110C of a modification, as shown in power output unit 110E of the modification of drawing 40, it is good also as what extends and takes out ring wheel shaft 126E from a case 115.

[0147] Although a power output unit shall be carried in the car of a two-flower drive of FR mold or FF mold in the power output unit 110 of the 2nd example, or its modification, as shown in power output unit 110F of the modification of drawing 41, it is good also as what is applied to the car of a four-flower drive. With this configuration, the motor MG 2 combined with the ring wheel shaft 126 is separated from the ring wheel shaft 126, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheel 117,119 of the rear wheel section is driven by this motor MG 2. On the other hand, it is combined with a differential gear 114 through the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and the ring wheel shaft 126 drives the driving wheel 116,118 of the front-wheel section. It is possible to perform the 2nd example under such a configuration.

[0148] Moreover, although planetary gear 120 were used as a 3 shaft type power I/O means in the power output unit 110 of the 2nd example, or its modification, a sun gear and another side of one side are good also as a thing using double pinion planetary gear equipped with two or more set Mino planetary 2 1 set of pinion gears which revolve around the sun while carrying out gear association with a ring wheel, carrying out gear association mutually and rotating the periphery of a sun gear. In addition, if the power which will be outputted and inputted by one residual shaft based on this determined power if the power outputted and inputted by any 2 shafts among three shafts as a 3 shaft type power I/O means is determined is determined, what kind of equipment, gear unit, etc. can also use a differential gear etc.

[0149] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[0150] For example, although the gasoline engine was used as the power output unit 20 of the 1st example mentioned above, the engine 50 of the modification, or the power output unit 110 of



the 2nd example and the engine 150 of the modification, various kinds of internal combustion, such as a diesel power plant, a turbine engine, and a jet engine, or an external combustion engine can also be used.

[0151] moreover On the clutch motor 30 and the assistant motor 40 of the power output unit 20 of the 1st example, or its modification, or the motor MG 1 and Motor MG 2 of the power output unit 110 of the 2nd example, or its modification, PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor Although used If the both sides of regeneration actuation and a powering movement are possible, in addition to this VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0152] Or although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 91 and 92,191,192 in the power output unit 20 of the 1st example, the power output unit 110 of the modification or the 2nd example, or its modification In addition, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, A thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulse Width Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0153] Moreover, as a dc-battery 94,194, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 194 and a capacitor can also be used.

[0154] Although the above example explained the case where a power output unit was carried in a car, this invention is not limited to this and, in addition to this, can also be carried [ means of transportation, such as a vessel and an aircraft, and ] in various industrial machines etc.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 20 as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the outline configuration of the car incorporating the power output unit 20 of the 1st example.

[Drawing 3] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 20 of the 1st example.

[Drawing 4] It is the flow chart which illustrates the output-control routine performed by the control CPU 90 of the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 5] It is the explanatory view which illustrates the relation between the engine speed Nd of a driving shaft 22, and the accelerator pedal position AP and torque command value Td\*.

[Drawing 6] It is the graph which illustrates the operation point of an engine 50, and the relation of effectiveness.

[Drawing 7] It is the graph which illustrates the relation between the effectiveness of the operation point of the engine 50 in alignment with the curve of energy regularity, and the rotational frequency Ne of an engine 50.

[Drawing 8] It is the flow chart which illustrates the clutch motor control routine performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 9] It is the flow chart which illustrates the assistant motor control routine performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 10] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 11] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 12] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 13] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20A which is the modification of the 1st example.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20B which is the modification of the 1st example.

[Drawing 15] It is the flow chart which illustrates a part of clutch motor control routine performed by power output unit 20B of the modification of the 1st example.

[Drawing 16] It is the flow chart which illustrates a part of assistant motor control routine performed by power output unit 20B of the modification of the 1st example.

[Drawing 17] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20C which is the modification of the 1st example.

[Drawing 18] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20D which is the modification of the 1st example.

[Drawing 19] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20E which is the modification of the 1st example.

[Drawing 20] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 as the 2nd example.

[Drawing 21] It is the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of the 2nd example.

[Drawing 22] It is the block diagram which illustrates the configuration of the outline of the car

incorporating the power output unit 110 of the 2nd example.

[Drawing 23] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 110 of the 2nd example.

[Drawing 24] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in the 2nd example.

[Drawing 25] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in the 2nd example.

[Drawing 26] It is the flow chart which illustrates the output-control routine performed by the control device 180 of the 2nd example.

[Drawing 27] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 1 performed by the control device 180 of the 2nd example.

[Drawing 28] It is the flow chart which illustrates the control routine of the motor MG 2 performed by the control device 180 of the 2nd example.

[Drawing 29] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 30] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 31] It is the flow chart which illustrates the output-control routine of a modification.

[Drawing 32] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110A of the modification of the 2nd example.

[Drawing 33] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110B of the modification of the 2nd example.

[Drawing 34] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110C of the modification of the 2nd example.

[Drawing 35] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in the modification of the 2nd example.

[Drawing 36] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 in the modification of the 2nd example.

[Drawing 37] It is the flow chart which illustrates a part of control routine of the motor MG 1 performed by power output unit 110C of the modification of the 2nd example.

[Drawing 38] It is the flow chart which illustrates a part of control routine of the motor MG 2 performed by power output unit 110C of the modification of the 2nd example.

[Drawing 39] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110D of the modification of the 2nd example.

[Drawing 40] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110E of the modification of the 2nd example.

[Drawing 41] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110F of the modification of the 2nd example.

[Description of Notations]

20 -- Power output unit

20A-20E -- Power output unit

22 -- Driving shaft

23 -- Gear

24 -- Differential gear

26 28 -- Driving wheel

27 29 -- Driving wheel

30 -- Clutch motor

32 -- Outer rotor

34 -- Inner rotor

35 -- Permanent magnet

36 -- Three phase coil

38 -- Slip ring

38a -- Rotation ring

38b -- Brush

39 -- Resolver  
40 -- Assistant motor  
42 -- Rota  
43 -- Stator  
44 -- Three phase coil  
45 -- Case  
46 -- Permanent magnet  
48 -- Resolver  
49 -- Bearing  
50 -- Engine  
51 -- Fuel injection valve  
52 -- Combustion chamber  
54 -- Piston  
56 -- Crankshaft  
58 -- Ignitor  
60 -- Distributor  
62 -- Ignition plug  
64 -- Accelerator pedal  
64a -- Accelerator pedal position sensor  
65 -- Brake pedal  
65a -- Brake-pedal position sensor  
66 -- Throttle valve  
67 -- Throttle-valve position sensor  
68 -- Actuator  
70 -- EFIECU  
72 -- Inlet-pipe negative pressure sensor  
74 -- Coolant temperature sensor  
76 -- Rotational frequency sensor  
78 -- Angle-of-rotation sensor  
79 -- Starting switch  
80 -- Control unit  
82 -- Shift lever  
84 -- Shift position sensor  
90 -- Control CPU  
90 a--RAM  
90 b--ROM  
91 -- 1st drive circuit  
92 -- 2nd drive circuit  
94 -- Dc-battery  
95 96 -- Current detector  
97 98 -- Current detector  
99a -- Remaining capacity detector  
99b -- Wattmeter  
110 -- Power output unit  
110A-110F -- Power output unit  
111 -- Power transfer gear  
112 -- Driving shaft  
114 -- Differential gear  
115 -- Case  
116,118 -- Driving wheel  
117,119 -- Driving wheel  
120 -- Planetary gear  
121 -- Sun gear  
122 -- Ring wheel

123 -- Planetary pinion gear  
124 -- Planetary carrier  
125 -- Sun gear shaft  
126 -- Ring wheel shaft  
128 -- Power fetch gear  
129 -- Chain belt  
132 -- Rota  
133 -- Stator  
134 -- Three phase coil  
135 -- Permanent magnet  
139 -- Resolver  
142 -- Rota  
143 -- Stator  
144 -- Three phase coil  
145 -- Permanent magnet  
149 -- Resolver  
150 -- Engine  
156 -- Crankshaft  
157 -- Resolver  
164a -- Accelerator pedal position sensor  
165a -- Brake-pedal position sensor  
170 -- EFIECU  
180 -- Control unit  
184 -- Shift position sensor  
190 -- Control CPU  
190 a--RAM  
190 b--ROM  
191 -- 1st drive circuit  
192 -- 2nd drive circuit  
194 -- Dc-battery  
195,196 -- Current detector  
197,198 -- Current detector  
199a -- Remaining capacity detector  
199b -- Wattmeter  
L1, L2 -- Power-source Rhine  
MG1 -- Motor  
MG2 -- Motor  
Tr1-Tr6 -- Transistor  
Tr11-Tr16 -- Transistor

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The motor with which the air-fuel ratio was connected with the output shaft of a switchable internal combustion engine and this internal combustion engine, A switchable control means is offered for the transit mode of a car by changing this internal combustion engine's operational status, and the operating state of this motor to a demand load detection means by which the load demanded can be detected, based on the detection information on this demand load detection means at least. This control means It is set as the 1st transit mode which operates this motor and makes it run this car with the driving force of this motor when it is detected that the this load demanded is in a light load region. It is set as the 2nd transit mode which you operate [ 2nd ] this internal combustion engine with an air-fuel ratio with thin predetermined level, and makes it run this car when it is detected that the this load demanded is in an inside load region. The hybrid electric vehicle characterized by being constituted so that it may be set as the 3rd transit mode which you operate [ 3rd ] this internal combustion engine at least on air-fuel ratio level richer than an air-fuel ratio with this thin predetermined level, and makes it run this car when it is detected that the this load demanded is in a heavy load region.

---

[Translation done.]

---

**THIS PAGE BLANK** (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-268946

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 5 D 17/00

G 0 5 D 17/00

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

H 0 2 K 7/11

H 0 2 K 7/11

7/18

7/18

B

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-90267

(22) 出願日

平成9年(1997)3月24日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 小出 剛

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 川端 康己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山田 英治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

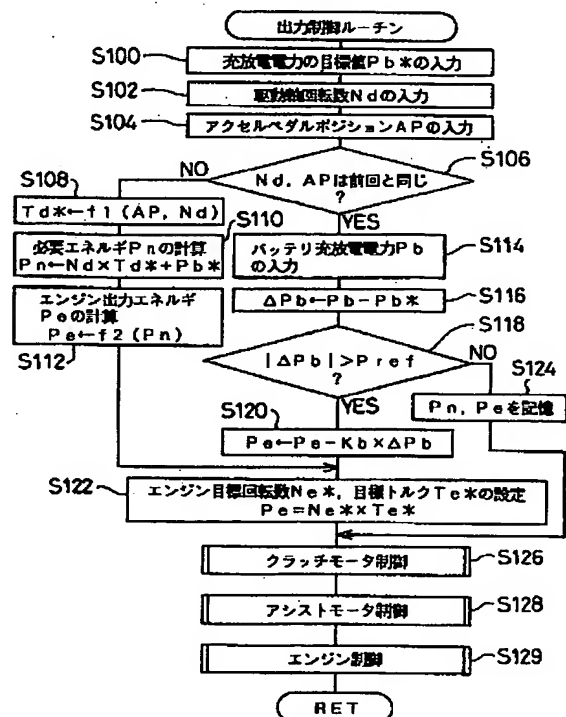
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 原動機から所望の動力が出力されるよう調整することにより、予期しない電力による蓄電手段の充放電を防止する。

【解決手段】 バッテリーの充放電電力  $P_b$  とその目標値  $P_{b*}$  との偏差  $\Delta P_b$  が打ち消されるようエンジンから出力されるエネルギー  $P_e$  を設定し (S116~S120)、このエネルギー  $P_e$  が出力されるようエンジンの運転を制御する (S122, S134)。エンジンから出力されるエネルギー  $P_e$  はクラッチモータとアシストモータとによりエネルギー変換されて駆動軸に要求される動力として出力されると共にこの要求動力に対する過不足のエネルギーを見い出してバッテリーを充放電するから、エネルギー  $P_e$  を調整することによりバッテリーの充放電電力を調整することができる。特に目標値  $P_{b*}$  を値0とすれば、予期しない電力による充放電なしに駆動軸に動力を出力することができる。





## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、

出力軸を有する原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、

前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段と、

前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、

該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定する原動機目標動力設定手段と、

該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御する原動機運転制御手段と、

前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御する動力制御手段と、

前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出する動力偏差検出手段と、

該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する目標値修正手段とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 前記目標値修正手段は、前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の動力出力装置であって、前記目標動力と前記原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段と、

前記動力偏差検出手段により検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記目標値修正手段により修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段のデータを更新するデータ更新手段とを備え、

前記原動機目標動力設定手段は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定する手段である動力出力装置。

【請求項 4】 前記目標値修正手段は、前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正する手段である請求項 1 記載の動力出力装置。

【請求項 5】 前記目標値修正手段は、前記目標動力設定手段により設定された目標動力に対して所定の比率の

範囲内で修正する手段である請求項 4 記載の動力出力装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置であって、

前記蓄電手段の充放電電力を検出する充放電電力検出手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の動力出力装置であって、前記蓄電手段から充放電される目標電力を設定する目標電力設定手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力と前記目標電力設定手段により設定された目標電力との電力偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の動力出力装置であって、

前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸が前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標回転数で回転するよう該第1の回転軸に作用するトルクを制御するトルク制御手段を備え、

前記動力偏差検出手段は、前記トルク制御手段により制御されるトルクと前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標トルクとの偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段である動力出力装置。

【請求項 9】 前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合され該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機である請求項 1 ないし 8 いずれか記載の動力出力装置。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 8 いずれか記載の動力出力装置であって、

前記エネルギー調整手段は、

前記第1の回転軸および前記第2の回転軸と異なる第3の回転軸を有し、前記3つの回転軸のうちいずれか2つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、

前記第3の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とを備える動力出力装置。

【請求項 11】 出力軸を有する原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、

前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、

(a) 前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、

(b) 該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定し、(c) 該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御すると共に、(d) 前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御し、(e) 前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出し、(f) 該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する動力出力装置の制御方法。

【請求項12】 請求項11記載の動力出力装置の制御方法であって、

前記動力出力装置は、目標動力と原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段を備え、

前記ステップ(b)は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定するステップであり、

前記ステップ(f)は、前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正するステップであり、

更に、(g) 前記検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段の記憶を更新するステップを備える動力出力装置の制御方法。

【請求項13】 前記ステップ(f)は、前記設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正するステップである請求項11記載の動力出力装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動力出力装置およびその制御方法に関し、詳しくは、駆動軸に動力を出力する動力出力装置およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の動力出力装置としては、車両に搭載される装置であって、原動機の出力軸と電動機が取り付けられた駆動軸とを電磁継手により電磁的に結合して原動機の動力を駆動軸に出力するものが提案されている(例えば、特開昭53-133814号公報等)。この動力出力装置では、電動機により車両の走行を開始し、電動機の回転数が所定の回転数になったら、電磁継手へ励磁電流を与えて原動機をクランキングする

と共に原動機への燃料供給や火花点火を行なって原動機を始動する。原動機が始動した後は、原動機から出力される動力の一部を電磁継手による電磁的な結合を介して駆動軸に出力して車両を走行させる。原動機から出力される動力の残余は、電磁継手の電磁的な結合の滑りに応じた電力として回生され、走行の開始の際に用いられる電力としてバッテリーに蓄えられたり、電動機の駆動に必要な電力として用いられる。電動機は、駆動軸に出力すべき動力が電磁継手を介して出力される動力では不足するときに駆動され、この不足分を補う。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、こうした動力出力装置では、電磁継手により回生された電力や電動機の駆動に必要な電力をバッテリーの充放電によって賄うことを前提としているから、装置全体の効率は、バッテリーの充放電の効率が乗じられることによって低下するという問題があった。原動機から出力される動力が駆動軸に要求される動力より大きいときには、電磁継手によって回生される電力が電動機によって消費される電力より大きくなり、過剰の電力によってバッテリーは充電される。逆に原動機から出力される動力が駆動軸に要求される動力より小さいときには、電磁継手によって回生される電力が電動機によって消費される電力より小さくなり、不足する電力を補うためにバッテリーから放電がなされる。原動機から出力される動力と駆動軸に要求される動力とが等しければ、電磁継手によって回生される電力と電動機によって消費される電力とが等しくなってバッテリーの充放電は行われないが、上述の動力出力装置では、こうした制御は行われていない。

【0004】 出願人は、こうした問題点を解決するために、既に、原動機から出力される動力と駆動軸に要求される動力とが等しくなるよう原動機の運転を制御する動力出力装置を提案している(特願平7-225869号など)。

【0005】 しかし、こうした制御を行っても、原動機の運転状態は、原動機の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などによって変化したり、原動機に異常が生じたときなどには、原動機から所望の動力が出力されないことにより、予期しないバッテリーの充放電がなされ、これによって装置全体のエネルギー効率が低下する場合があった。

【0006】 本発明の動力出力装置およびその制御方法は、こうした問題の少なくとも一部を解決するために、原動機から所望の動力が出力されるよう調整することを目的の一つとする。また、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、蓄電手段の予期しない充放電を少なくすると共に、予期しない充放電が生じても充放電の電力をより小さくすることを目的の一つとする。さらに、本発明の動力出力装置およびその制御方法は、蓄電手段の充放電を目標とする電力によって行うと共に、充放電の

電力と目標とする電力とに偏差が生じててもこの偏差を小さくすることを目的の一つとする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置およびその制御方法は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を採った。

【0008】本発明の動力出力装置は、駆動軸に動力を出力する動力出力装置であって、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段と、前記駆動軸に出力する目標動力を設定する目標動力設定手段と、該設定された目標動力に基づいて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定する原動機目標動力設定手段と、該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御する原動機運転制御手段と、前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御する動力制御手段と、前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出する動力偏差検出手段と、該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正する目標値修正手段とを備えることを要旨とする。

【0009】この本発明の動力出力装置は、原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と駆動軸に結合される第2の回転軸とを有するエネルギー調整手段が、第1の回転軸に入出力される動力と第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整する。電動機は、原動機の出力軸または駆動軸と動力のやり取りをし、蓄電手段は、必要に応じて、エネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とを行う。目標動力設定手段は、駆動軸に出力する目標動力を設定し、原動機目標動力設定手段は、この設定された目標動力に基づいて原動機から出力する原動機目標動力を設定する。原動機運転制御手段は、この設定された原動機目標動力が出力されるよう原動機の運転を制御し、動力制御手段は、原動機から出力される動力と蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを目標動力にエネルギー変換して駆動軸に出力するようエネルギー調整手段と電動機とを制御する。目標値

修正手段は、動力偏差検出手段により検出された原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて目標動力または原動機目標動力を修正する。なお、ここでいう「動力」は、軸に作用するトルクとその軸の回転数との積の形態で表わされるエネルギーを意味する。したがって、動力としてのエネルギーの大きさが同じでも、トルクと回転数とが異なれば、動力としての形態が異なるから、異なる動力となる。なお、この「動力」の意味は、後述する本発明の動力出力装置の制御方法でも同様である。

【0010】こうした本発明の動力出力装置によれば、原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて原動機やエネルギー調整手段、電動機を制御することができる。例えば、動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正するものとすれば、エネルギー調整手段および電動機を介して駆動軸に出力する動力を修正することができ、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正するものとすれば、原動機から出力する動力を修正することができる。そして、これらの結果、非所望のエネルギーによる蓄電手段の充放電を回避することができ、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0011】動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正する態様の本発明の動力出力装置において、前記目標動力と前記原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段と、前記動力偏差検出手段により検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記目標値修正手段により修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段のデータを更新するデータ更新手段とを備え、前記原動機目標動力設定手段は、前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定する手段であるものとすることもできる。こうすれば、原動機をより早く所望の運転状態にすることができ、この結果、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0012】また、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正する態様の本発明の動力出力装置において、前記目標値修正手段は、前記目標動力設定手段により設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で修正する手段であるものとすることもできる。こうすれば、設定された目標動力から所定の比率の範囲を越えて目標動力が修正されるのを防止することができる。

【0013】これら各態様を含め本発明の動力出力装置において、前記蓄電手段の充放電電力を検出する充放電電力検出手段を備え、前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、蓄電手段に充放電される電力に基づいて原動機の運転を制御することができる。特に蓄電手段に充放電される電力が小さくなるよう原動機を制御

すれば、蓄電手段の充放電なし目標動力を駆動軸に出力することができる。こうした態様の動力出力装置において、前記蓄電手段から充放電される目標電力を設定する目標電力設定手段を備え、前記動力偏差検出手段は、前記充放電電力検出手段により検出された充放電電力と前記目標電力設定手段により設定された目標電力との電力偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、所望の電力による蓄電手段の充放電を伴いながら目標動力を駆動軸に出力することができる。

【0014】また、各態様を含め本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は前記第1の回転軸が前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標回転数で回転するよう該第1の回転軸に作用するトルクを制御するトルク制御手段を備え、前記動力偏差検出手段は前記トルク制御手段により制御されるトルクと前記原動機目標動力に対応する前記原動機の目標トルクとの偏差に基づいて前記動力偏差を検出する手段であるものとすることもできる。こうすれば、より確実に原動機を所望の運転状態で運転することができる。

【0015】これら本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合され該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機であるものとすることもできる。

【0016】また、本発明の動力出力装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸および前記第2の回転軸と異なる第3の回転軸を有し、前記3つの回転軸のうちいずれか2つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ動力を入出力する3軸式動力入出力手段と、前記第3の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とを備えるものとすることもできる。

【0017】本発明の動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差に対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整に必要な電気エネルギーの充放電と、前記電動機による動力のやり取りに必要な電気エネルギーの充放電とが可能な蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a) 前記駆動軸に出力する目標動力を設定し、(b) 該設定された目標動力に基づ

いて前記原動機から出力する原動機目標動力を設定し、(c) 該設定された原動機目標動力が出力されるよう前記原動機の運転を制御すると共に、(d) 前記原動機から出力される動力と前記蓄電手段から充放電される電気エネルギーとを前記目標動力にエネルギー変換して前記駆動軸に出力するよう前記エネルギー調整手段と前記電動機とを制御し、(e) 前記原動機から出力されている動力と前記原動機目標動力との動力偏差を検出し、(f) 該検出された動力偏差に基づいて前記目標動力または前記原動機目標動力を修正することを要旨とする。

【0018】この本発明の動力出力装置の制御方法によれば、原動機から出力されている動力と原動機目標動力との動力偏差に基づいて原動機やエネルギー調整手段、電動機を制御することができる。例えば、動力偏差が小さくなるよう目標動力を修正するものとするれば、エネルギー調整手段および電動機を介して駆動軸に出力する動力を修正することができ、動力偏差が小さくなるよう原動機目標動力を修正するものとするれば、原動機から出力する動力を修正することができる。そして、これらの結果、非所望のエネルギーによる蓄電手段の充放電を回避することができ、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0019】こうした本発明の動力出力装置の制御方法において、前記動力出力装置は目標動力と原動機目標動力とを関連付けたデータとして記憶する記憶手段を備え、前記ステップ(b)は前記記憶手段に記憶されたデータに基づいて前記原動機目標動力を設定するステップであり、前記ステップ(f)は前記動力偏差が小さくなるよう前記原動機目標動力を修正するステップであり、更に、(g) 前記検出された動力偏差が所定値以下のとき、前記修正された原動機目標動力を前記設定された目標動力に関連付けられる原動機目標動力として前記記憶手段の記憶を更新するステップを備えるものとすることもできる。こうすれば、原動機をより早く所望の運転状態にすることができ、この結果、装置全体のエネルギー効率をより高くすることができる。

【0020】また、本発明の動力出力装置の制御方法において、前記ステップ(f)は、前記設定された目標動力に対して所定の比率の範囲内で前記動力偏差が小さくなるよう前記目標動力を修正するステップであるものとすることもできる。こうすれば、設定された目標動力から所定の比率の範囲を越えて目標動力が修正されるのを防止することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は本発明の第1の実施例としての動力出力装置20の概略構成を示す構成図、図2は図1の動力出力装置20を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図2を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0022】図2に示すように、この車両には、動力源であるエンジン50としてガソリンにより運転されるガソリンエンジンが備えられている。このエンジン50は、吸気系からスロットルバルブ66を介して吸入した空気と燃料噴射弁51から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室52に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン54の運動をクランクシャフト56の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ66はアクチュエータ68により開閉駆動される。点火プラグ62は、イグナイタ58からディストリビュータ60を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0023】このエンジン50の運転は、電子制御ユニット（以下、EFI ECUと呼ぶ）70により制御されている。EFI ECU70には、エンジン50の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ66の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ67、エンジン50の負荷を検出する吸気管負圧センサ72、エンジン50の水温を検出する水温センサ74、ディストリビュータ60に設けられクランクシャフト56の回転数と回転角度を検出する回転数センサ76および回転角度センサ78などである。なお、EFI ECU70には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタートスイッチ79なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0024】エンジン50のクランクシャフト56には、後述するクラッチモータ30およびアシストモータ40を介して駆動軸22が結合されている。駆動軸22は、ディファレンシャルギヤ24に結合されており、動力出力装置20からのトルクは最終的に左右の駆動輪26、28に伝達される。このクラッチモータ30およびアシストモータ40は、制御装置80により制御されている。制御装置80の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー82に設けられたシフトポジションセンサ84やアクセルペダル64に設けられたアクセルペダルポジションセンサ64aなども接続されている。また、制御装置80は、上述したEFI ECU70と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0025】図1に示すように、実施例の動力出力装置20は、大きくは、エンジン50と、エンジン50のクランクシャフト56にアウトロータ32が結合されると共に駆動軸22にインナロータ34が結合されたクラッチモータ30と、駆動軸22に結合されたロータ42を有するアシストモータ40と、クラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動制御する制御装置80とから構成されている。

【0026】クラッチモータ30は、図1に示すよう

に、アウトロータ32の内周面に永久磁石35を備え、インナロータ34に形成されたスロットに三相のコイル36を巻回する同期電動機として構成されている。この三相コイル36への電力は、スリップリング38を介して供給される。インナロータ34において三相コイル36用のスロットおよびティースを形成する部分は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで構成されている。なお、クランクシャフト56には、その回転角度 $\theta_e$ を検出するレゾルバ39が設けられているが、このレゾルバ39は、ディストリビュータ60に設けられた回転角度センサ78と兼用することも可能である。

【0027】他方、アシストモータ40も同期電動機として構成されているが、回転磁界を形成する三相コイル44は、ケース45に固定されたステータ43に巻回されている。このステータ43も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで形成されている。ロータ42の外周面には、複数個の永久磁石46が設けられている。アシストモータ40では、この永久磁石46により磁界と三相コイル44が形成する磁界との相互作用により、ロータ42が回転する。ロータ42が機械的に結合された軸は、動力出力装置20のトルクの出力軸である駆動軸22であり、駆動軸22には、その回転角度 $\theta_d$ を検出するレゾルバ48が設けられている。また、駆動軸22は、ケース45に設けられたベアリング49により軸支されている。

【0028】係るクラッチモータ30とアシストモータ40とは、クラッチモータ30のインナロータ34がアシストモータ40のロータ42、延いては駆動軸22に機械的に結合されている。したがって、エンジン50と両モータ30、40との関係を簡略に言えば、エンジン50からクランクシャフト56に出力された軸トルクがクラッチモータ30のアウトロータ32およびインナロータ34を介して駆動軸22に出力され、アシストモータ40からのトルクがこれに加減算されるということになる。

【0029】アシストモータ40は、通常の永久磁石型三相同期モータとして構成されているが、クラッチモータ30は、永久磁石35を有するアウトロータ32も三相コイル36を備えたインナロータ34も、共に回転するよう構成されている。そこで、クラッチモータ30の構成の詳細について、さらに説明する。クラッチモータ30のアウトロータ32はクランクシャフト56に、インナロータ34は駆動軸22に結合されており、アウトロータ32に永久磁石35が設けられていることは既に説明した。この永久磁石35は、実施例では8個（N極が4個でS極が4個）設けられており、アウトロータ32の内周面に貼付されている。その磁化方向はクラッチモータ30の軸中心に向かう方向であり、一つおきに磁極の方向は逆向きになっている。この永久磁石35と僅かなギャップにより対向するインナロータ34の三相コ



イル36は、インナロータ34に設けられた計12個のスロット(図示せず)に巻回されており、各コイルに通電すると、スロットを隔てるティースを通る磁束を形成する。各コイルに三相交流を流すと、この磁界は回転する。三相コイル36の各々は、スリップリング38から電力の供給を受けるよう接続されている。このスリップリング38は、駆動軸22に固定された回転リング38aとブラシ38bとから構成されている。なお、三相(U、V、W相)の電流をやり取りするために、スリップリング38には三相分の回転リング38aとブラシ38bとが用意されている。

【0030】隣接する一組の永久磁石35が形成する磁界と、インナロータ34に設けられた三相コイル36が形成する回転磁界との相互作用により、アウトロータ32とインナロータ34とは種々の振る舞いを示す。通常は、三相コイル36に流す三相交流の周波数は、クランクシャフト56に直結されたアウトロータ32の回転数とインナロータ34の回転数との偏差の周波数の4倍としている。

【0031】次に、クラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動制御する制御装置80について説明する。制御装置80は、クラッチモータ30を駆動する第1の駆動回路91と、アシストモータ40を駆動する第2の駆動回路92と、両駆動回路91、92を制御する制御CPU90と、二次電池であるバッテリー94とから構成されている。制御CPU90は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM90a、処理プログラムを記憶したROM90b、入出力ポート(図示せず)およびEFIECU70と通信を行なうシリアル通信ポート(図示せず)を備える。この制御CPU90には、レゾルバ39からのエンジン50の回転角度 $\theta_e$ 、レゾルバ48からの駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ 、アクセルペダルポジションセンサ64aからのアクセルペダルポジション(アクセルペダル64の踏込量)AP、ブレーキペダルポジションセンサ65aからのブレーキペダルポジション(ブレーキペダル65の踏込量)BP、シフトポジションセンサ84からのシフトポジションSP、第1の駆動回路91に設けられた2つの電流検出器95、96からのクラッチ電流値 $I_{uc}$ 、 $I_{vc}$ 、第2の駆動回路に設けられた2つの電流検出器97、98からのアシスト電流値 $I_{ua}$ 、 $I_{va}$ 、残容量検出器99aからのバッテリー94の残容量BRM、バッテリー94の出力端子に設けられた電力計99bからのバッテリー94の充放電電力 $P_b$ などが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器99aは、バッテリー94の電解液の比重またはバッテリー94の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られて

いる。

【0032】また、制御CPU90からは、第1の駆動回路91に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタ $Tr_1$ ないし $Tr_6$ を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路92に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタ $Tr_{11}$ ないし $Tr_{16}$ を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路91内の6個のトランジスタ $Tr_1$ ないし $Tr_6$ は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一对の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、クラッチモータ30の三相コイル(UVW)36の各々が、スリップリング38を介して接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー94のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU90により対をなすトランジスタ $Tr_1$ ないし $Tr_6$ のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、各コイル36に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル36により、回転磁界が形成される。

【0033】他方、第2の駆動回路92の6個のトランジスタ $Tr_{11}$ ないし $Tr_{16}$ も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路91と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、アシストモータ40の三相コイル44の各々に接続されている。従って、制御CPU90により対をなすトランジスタ $Tr_{11}$ ないし $Tr_{16}$ のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル44に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル44により、回転磁界が形成される。

【0034】以上構成を説明した第1実施例の動力出力装置20の動作について説明する。第1実施例の動力出力装置20の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン50がEFIECU70により運転され、エンジン50の回転数 $N_e$ が値 $N_1$ で回転しているとする。このとき、制御装置80がスリップリング38を介してクラッチモータ30の三相コイル36に何等電流を流していないとすれば、即ち第1の駆動回路91のトランジスタ $Tr_1$ 、3、5をオフとしトランジスタ $Tr_2$ 、4、6をオンとした状態であれば、三相コイル36には何等の電流も流れないから、クラッチモータ30のアウトロータ32とインナロータ34とは電磁的に全く結合されていない状態となり、エンジン50のクランクシャフト56は空回りしている状態となる。

【0035】制御装置80の制御CPU90が制御信号SW1を出力してトランジスタをオンオフ制御すると、エンジン50のクランクシャフト56の回転数 $N_e$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ との偏差(言い換えれば、クラッチモータ30におけるアウトロータ32とインナロータ34の回転数差 $N_c(N_e - N_d)$ )に応じて、クラッ

チモータ30の三相コイル36に電流が流れ、クラッチモータ30は発電機として機能し、電流が第1の駆動回路91を介して回生され、バッテリー94が充電される。このとき、アウトロータ32とインナロータ34とは滑りが存在する電磁的な結合状態となり、インナロータ34は、エンジン50の回転数 $N_e$ （クランクシャフト56の回転数）より低い回転数 $N_d$ で回転する。この状態で、回生される電気エネルギーと等しいエネルギーがアシストモータ40で消費されるように、制御CPU90が第2の駆動回路92を制御すると、アシストモータ40の三相コイル44に電流が流れ、アシストモータ40においてトルクが発生する。

【0036】図3に照らせば、エンジン50の回転数 $N_e$ が値 $N1$ でトルク $T_e$ が値 $T1$ の運転ポイント $P1$ で運転しているときに、クラッチモータ30で値 $T1$ のトルクを駆動軸22に伝達すると共に領域 $G1$ で表わされるエネルギーを回生し、この回生されたエネルギーを領域 $G2$ で表わされるエネルギーとしてアシストモータ40に供給することにより、値 $N2$ の回転数で回転する駆動軸22に値 $T2$ のトルクを出力することができる。

【0037】次に、エンジン50の回転数 $N_e$ が値 $N2$ でトルク $T_e$ が値 $T2$ の運転ポイント $P2$ で運転されており、駆動軸22の回転数 $N_d$ が値 $N2$ より大きな値 $N1$ で回転している場合を考える。この状態では、クラッチモータ30のインナロータ34は、アウトロータ32に対して回転数差 $N_c$ （ $N_e - N_d$ ）の絶対値で示される回転数で駆動軸22の回転方向に回転するから、クラッチモータ30は、通常のモータとして機能し、バッテリー94からの電力により駆動軸22に回転エネルギーを与える。一方、制御CPU90によりアシストモータ40により電力を回生するよう第2の駆動回路92を制御すると、アシストモータ40のロータ42とステータ43との間の滑りにより三相コイル44に回生電流が流れる。ここで、アシストモータ40により回生される電力がクラッチモータ30により消費されるよう制御CPU90により第1および第2の駆動回路91、92を制御すれば、クラッチモータ30を、バッテリー94に蓄えられた電力を用いることなく駆動することができる。

【0038】図3に照らせば、クランクシャフト56の回転数 $N_e$ が値 $N2$ でトルク $T_e$ が値 $T2$ の運転ポイント $P2$ で運転しているときに、領域 $G1$ と領域 $G3$ との和として表わされるエネルギーをクラッチモータ30に供給して駆動軸22に値 $T2$ のトルクを出力すると共に、クラッチモータ30に供給するエネルギーを領域 $G2$ と領域 $G3$ との和として表わされるエネルギーとしてアシストモータ40から回生して賄うことにより、値 $N1$ の回転数で回転する駆動軸22に値 $T1$ のトルクを出力することができる。

【0039】以上の説明から解るように、第1実施例の動力出力装置20では、エンジン50の回転数 $N_e$ が駆

動軸22の回転数 $N_d$ より大きいかに否かに拘わらず、エンジン50から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸22に出力することができる。このことは、クラッチモータ30とアシストモータ40とによるトルク変換の効率を100%とすれば、エンジン50の運転ポイントは、駆動軸22に出力すべきエネルギー $P_d$ と同一のエネルギーを出力する運転ポイントであれば如何なるポイントであってもよいことを意味する。したがって、エンジン50の運転ポイントは、駆動軸22に出力すべきエネルギー $P_d$ と同一のエネルギーを出力することを条件に駆動軸22の回転数 $N_d$ に拘わらず自由に定めることができる。こうしたエンジン50の運転ポイントの設定については後述する。なお、クラッチモータ30とアシストモータ40とによるトルク変換の効率は、実際には100%ではないが、実施例では、説明の容易のために100%として扱う。

【0040】このように、第1実施例の動力出力装置20では、エンジン50から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸22に出力することができるが、この動作の他に、エンジン50から出力される動力（トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積）を駆動軸22に要求される動力（トルク $T_d$ と回転数 $N_d$ との積）より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー94の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン50から出力される動力を駆動軸22に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー94から放電を伴う動作とすることもできる。

【0041】次に、実施例の動力出力装置20における出力制御について図4に例示する出力制御ルーチンに基づき具体的に説明する。この出力制御ルーチンは、動力出力装置20を起動した直後から所定時間毎（例えば、20msec毎）に繰り返し実行されるものである。本ルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_{b*}$ を読み込む処理を行なう（ステップS100）。バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_{b*}$ は、図示しないバッテリー94の充放電電力設定ルーチンにより設定され、RAM90aの所定アドレスに記憶されるものである。充放電電力設定ルーチンでは、バッテリー94の残容量BRMが目標とする範囲内にあるか否かに基づいてバッテリー94を充電するか否かを判定し、バッテリー94の残容量BRMの状態等に基づいて定まる充電電力や放電電力を充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_{b*}$ として設定する。続いて、駆動軸22の回転数 $N_d$ を読み込む処理を行なう（ステップS102）。駆動軸22の回転数は、レゾルバ48から読み込んだ駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ から求めることができる。

【0042】続いて、アクセルペダルポジションセンサ64aにより検出されるアクセルペダル64の踏込量であるアクセルペダルポジションAPを読み込む処理を行



なう（ステップS104）。アクセルペダル64は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであり、したがって、アクセルペダルポジションAPの値は運転者の欲している出力トルク（すなわち、駆動軸22に出力すべきトルク）に対応するものである。そして、読み込んだ駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPとが前回このルーチンが起動されたときに読み込まれたものと同じか否かを判定する（ステップS106）。なお、第1実施例の動力出力装置20が起動されてから始めて本ルーチンを実行するときには、動力出力装置20の起動直後に実行される図示しない初期化ルーチンにより前回の回転数NdとアクセルペダルポジションAPとは値0が設定されるから、この値を用いて判定が行なわれる。動力出力装置20が起動されアクセルペダル64が踏み込まれたときには、アクセルペダルポジションAPが前回と異なる値となるから、まず駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPのいずれかが前回の値と異なるときの処理について説明する。

【0043】駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPのいずれかが前回の値と異なるときには、読み込んだアクセルペダルポジションAPと駆動軸22の回転数Ndとに基づいてTd\*を導出する処理を行なう（ステップS108）。実施例では、各アクセルペダルポジションAPと回転数Ndとの組み合わせに対して対応するトルク指令値Td\*を定め、これを予めマップとしてROM90bに記憶しておき、駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPが読み込まれると、ROM90bに記憶したマップを参照して対応するトルク指令値Td\*を導出するものとした。なお、このマップの一例を図5に示す。

【0044】次に、導き出されたトルク指令値Td\*と読み込まれた駆動軸22の回転数Ndとバッテリー94の充放電電力Pbの目標値Pb\*とから、必要なエネルギーPnを計算（ $Pn = Nd \times Td* + Pb*$ ）により求め（ステップS110）、求めたエネルギーPnに基づいてエンジン50から出力すべきエネルギーPeを設定する（ステップS112）。ここで、バッテリー94の放電を必要とする場合もあり、その場合には目標値Pb\*は負の値となるから、必要なエネルギーPnが駆動軸22に出力すべきエネルギーPd（ $Pd = Nd \times Td*$ ）より小さくなることもある。エネルギーPeの導出は、実施例では、後述するステップS128によりRAM90aに記憶されるエネルギーPnとエネルギーPeとからなるマップを用いてエネルギーPnに対応するエネルギーPeを導出するものとした。なお、ステップS128により記憶されないエネルギーPnとエネルギーPeとの組み合わせについては、予め設定された値が用いられる。

【0045】こうしてエンジン50から出力すべきエネルギーPeが導出されると、このエネルギーPeに基づいて

エンジン50の目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*とを設定する処理を行なう（ステップS122）。ここで、エンジン50から出力されるエネルギーPeはエンジン50の回転数NeとトルクTeとの積に等しいから、エネルギーPeと目標回転数Ne\*および目標トルクTe\*との関係は $Pe = Ne* \times Te*$ となる。しかし、かかる関係を満足する目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*との組合せは無数に存在する。そこで、実施例では、実験などにより各エネルギーPeに対してエンジン50ができる限り効率の高い状態で運転され、かつエネルギーPeの変化に対してエンジン50の運転状態が滑らかに変化する運転ポイント为目标回転数Ne\*と目標トルクTe\*との組み合わせとして求め、これを予めROM90bにマップとして記憶しておき、エネルギーPeに対応する目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*との組み合わせをこのマップから導出するものとした。このマップについて、更に説明する。

【0046】図6は、エンジン50の運転ポイントとエンジン50の効率との関係を示すグラフである。図中曲線Bはエンジン50の運転可能な領域の境界を示す。エンジン50の運転可能な領域には、その特性に応じて効率が同一の運転ポイントを示す曲線 $\alpha 1$ ないし $\alpha 6$ のような等効率線を描くことができる。また、エンジン50の運転可能な領域には、トルクTeと回転数Neとの積で表わされるエネルギーが一定の曲線、例えば曲線C1-C1ないしC3-C3を描くことができる。こうして描いたエネルギー一定の曲線C1-C1ないしC3-C3に沿って各運転ポイントの効率をエンジン50の回転数Neを横軸として表わすと図7のグラフのようになる。

【0047】図示するように、出力するエネルギーが同じでも、どの運転ポイントで運転するかによってエンジン50の効率は大きく異なる。例えばエネルギー一定の曲線C1-C1上では、エンジン50を運転ポイントA1（トルクTe1、回転数Ne1）で運転することにより、その効率を最も高くすることができる。このような効率が最も高い運転ポイントは、出力エネルギー一定の曲線C2-C2およびC3-C3ではそれぞれ運転ポイントA2およびA3が相当するように、各エネルギー一定の曲線上に存在する。図6中の曲線Aは、これらのことに基づき各エネルギーPeに対してエンジン50の効率ができる限り高くなる運転ポイントを連続する線で結んだものである。実施例では、この曲線A上の各運転ポイント（回転数Ne、トルクTe）とエネルギーPeとの関係をマップとしたものを用いてエンジン50の目標回転数Ne\*と目標トルクTe\*とを設定した。

【0048】ここで、曲線Aを連続する曲線で結ぶのは、エネルギーPeの変化に対して不連続な曲線によりエンジン50の運転ポイントを定めると、エネルギーPeが不連続な運転ポイントを跨いで変化するときエンジン50の運転状態が急変することになり、その変化の程度

によつては、目標の運転状態にスムーズに移行できずノッキングを生じたり停止してしまう場合があるからである。したがって、このように曲線Aを連続する曲線で結ぶと、曲線A上の各運転ポイントがエネルギー一定の曲線上で最も効率が高い運転ポイントとならない場合もある。なお、図6中、回転数 $N_{emin}$ とトルク $T_{emin}$ とにより表わされる運転ポイント $A_{min}$ は、エンジン50から出力可能な最小エネルギーの運転ポイントである。

【0049】こうしてエンジン50の目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とを設定すると、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう（ステップS126ないしS129）。実施例では、図示の都合上、クラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の各制御を本ルーチンの別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は本ルーチンとは異なるタイミングで別個独立にかつ並行的に行なわれる。例えば、制御CPU90が割り込み処理を利用して、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御を本ルーチンとは異なるタイミングで平行して実行すると共に、通信によりEFI ECU70に指示を送信して、EFI ECU70によりエンジン50の制御も平行して行なわせるのである。

【0050】クラッチモータ30の制御（図4のステップS126）は、図8に例示するクラッチモータ制御ルーチンにより行なわれる。このルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、エンジン

$$Tc^* \leftarrow \text{前回}Tc^* + K1(Ne^* - Ne) + K2 \int (Ne^* - Ne)dt \quad \dots\dots(1)$$

【0052】次に、駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ をレゾルバ48から、エンジン50のクランクシャフト56の回転角度 $\theta_e$ をレゾルバ39から入力する処理を行ない

（ステップS134、S136）、クラッチモータ30の電気角 $\theta_c$ を両軸の回転角度 $\theta_e$ 、 $\theta_d$ から求める処理を行なう（ステップS138）。実施例では、クラッチモータ30として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_c = 4(\theta_e - \theta_d)$ を演算することになる。

【0053】次に、電流検出器95、96により、クラッチモータ30の三相コイル36のU相とV相に流れている電流 $I_{uc}$ 、 $I_{vc}$ を検出する処理を行なう（ステップS140）。電流はU、V、Wの三相に流れている

$$\begin{bmatrix} Idc \\ Iqc \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) \\ -\cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix}$$

【0055】次に、2軸の電流値に変換した後、クラッチモータ30におけるトルク指令値 $Tc^*$ から求められる各軸の電流指令値 $Idc^*$ 、 $Iqc^*$ と実際各軸に流れた電流 $Idc$ 、 $Iqc$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $Vdc$ 、 $Vqc$ を求める処理を行なう（ステップS146）。即ち、まず以下の式（3）の演算を行ない、次

50の回転数 $Ne$ を読み込む処理を実行する（ステップS130）。エンジン50の回転数 $Ne$ は、レゾルバ39により検出されるクランクシャフト56の回転角度 $\theta_e$ から求めることもできし、ディストリビュータ60に設けられた回転数センサ76によつても検出することができる。続いて、読み込んだ回転数 $Ne$ を用いて次式

（1）によりクラッチモータ30のトルク指令値 $Tc^*$ を設定する（ステップS132）。ここで、式（1）中の前回 $Tc^*$ は、前回このルーチンが起動されたときに設定されたトルク指令値 $Tc^*$ である。また、式（1）中の右辺第2項は、回転数 $Ne$ の目標回転数 $Ne^*$ からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項であり、 $K1$ および $K2$ は比例定数である。このようにクラッチモータ30のトルク指令値 $Tc^*$ を設定することによりエンジン50を目標回転数 $Ne^*$ で安定して回転させることができる。なお、エンジン50が目標回転数 $Ne^*$ と目標トルク $T_e^*$ とにより表わされる運転ポイントで定常運転されていれば、クラッチモータ30のトルク指令値 $Tc^*$ は、目標トルク $T_e^*$ に等しく設定されることになる。このように定常状態ではクラッチモータ30のトルク指令値 $Tc^*$ が目標トルク $T_e^*$ に等しく設定されるのは、クラッチモータ30のトルク $Tc$ がエンジン50の負荷トルクに相当するからである。

【0051】

【数1】

が、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換（三相→二相変換）を行なう（ステップS144）。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式（2）を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸及びq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0054】

【数2】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_c \\ \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots\dots(2)$$

に次式（4）の演算を行なうのである。ここで、 $Kp1$ 、2及び $Ki1$ 、2は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。なお、電圧指令値 $Vdc$ 、 $Vqc$ は、電流指令値 $I^*$ との偏差 $\Delta I$ に比例する部分（式（4）右辺第1項）と偏差 $\Delta I$ のi回分の過去の累積分（右辺第2項）とか

ら求められる。

【0056】

【数3】

$$\begin{aligned}\Delta Idc &= Idc^* - Idc \\ \Delta Iqc &= Iqc^* - Iqc\end{aligned}\quad \cdots(3)$$

【0057】

【数4】

$$\begin{aligned}Vdc &= Kp1 \cdot \Delta Idc + \sum Ki1 \cdot \Delta Idc \\ Vqc &= Kp2 \cdot \Delta Iqc + \sum Ki2 \cdot \Delta Iqc\end{aligned}\quad \cdots(4)$$

$$\begin{bmatrix} Vuc \\ Vvc \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vdc \\ Vqc \end{bmatrix}$$

$$Vwc = -Vuc - Vvc$$

【0060】実際の電圧制御は、第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6のオンオフ時間によりなされるから、式(5)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する(ステップS149)。

【0061】なお、クラッチモータ30の制御は、トルク指令値Tc\*の符号を駆動軸22にクランクシャフト56の回転方向に正のトルクが作用するときを正とすると、正の値のトルク指令値Tc\*が設定されても、エンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいとき(正の値の回転数差Nc(Ne-Nd)が生じるとき)には、回転数差Ncに応じた再生電流を発生させる再生制御がなされ、回転数Neが回転数Ndより小さいとき(負の値の回転数差Nc(Ne-Nd)が生じるとき)には、クランクシャフト56に対して相対的に回転数差Ncの絶対値で示される回転数で駆動軸22の回転方向に回転する力行制御がなされる。クラッチモータ30の再生制御と力行制御は、トルク指令値Tc\*が正の値であれば、共にアウトロータ32に取り付けられた永久磁石35と、インナロータ34の三相コイル36に流れる電流により生じる回転磁界とにより正の値のトルクが駆動軸22に作用するよう第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。即ち、トルク指令値Tc\*の符号が同じであれば、クラッチモータ30の制御が再生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図8のクラッチモータ制御ルーチンで再生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値Tc\*が負の値のとき、即ち駆動軸22を制動しているときや車両を後進させているときは、ステップS138のクラッチモータ30の電気角θcの変化の方向が逆になるから、この際の制御も図8のクラッチモータ制御ルーチンにより行なうことができる。

【0062】次に、アシストモータ40の制御(図4の

【0058】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS144で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相-三相変換)を行ない(ステップS148)、実際に三相コイル36に印加する電圧Vuc、Vvc、Vwcを求める処理を行なう。各電圧は、次式(5)により求める。

【0059】

【数5】

$$\begin{bmatrix} Vuc \\ Vvc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vdc \\ Vqc \end{bmatrix}$$

$$Vwc = -Vuc - Vvc \quad \cdots(5)$$

ステップS128)について図9に例示するアシストモータ制御ルーチンに基づき説明する。アシストモータ制御ルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、駆動軸22に出力すべきトルクの指令値Td\*からクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*を減じてアシストモータ40のトルク指令値Ta\*を設定する(ステップS150)。続いて、駆動軸22の回転角度θdをレゾルバ48を用いて検出し(ステップS151)、検出した回転角度θdを用いてアシストモータ40の電気角θaを求める処理を行なう(ステップS152)。実施例では、アシストモータ40にも4極対の同期電動機を用いているから、θa=4θdを演算することになる。そして、アシストモータ40の各相電流を電流検出器97、98を用いて検出する処理(ステップS153)を行なう。その後、クラッチモータ30と同様の座標変換(ステップS154)および電圧指令値Vda、Vqaの演算を行ない(ステップS156)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS158)を行なって、アシストモータ40の第2の駆動回路92のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS159)。これらの処理は、クラッチモータ30について行なったものと全く同一である。

【0063】ここで、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*は、ステップS150に示すように、トルク指令値Td\*からクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*を減じて求められるから、正の値となったり負の値となったりする。したがって、アシストモータ40は、トルク指令値Ta\*が正の値のときには力行制御がなされ、逆にトルク指令値Ta\*が負の値のときには、再生制御がなされることになる。しかし、アシストモータ40の力行制御と再生制御は、クラッチモータ30の制御と同様に、共に図9のアシストモータ制御ルーチンで行なうことができる。また、駆動軸22がクランクシャフト56の回転方向と逆向きに回転しているときも同様で

ある。なお、アシストモータ40のトルク指令値 $Ta^*$ の符号は、駆動軸22にクラックシャフト56の回転方向に正のトルクが作用するときを正とした。

【0064】次に、エンジン50の制御（図4のステップS129）について説明する。エンジン50は、図4のステップS122において設定された目標回転数 $Ne^*$ と目標トルク $Te^*$ とにより表わされる運転ポイントで定常運転状態となるようその回転数 $Ne$ とトルク $Te$ とが制御される。具体的には、エンジン50が目標回転数 $Ne^*$ と目標トルク $Te^*$ とで表わされる運転ポイントで運転されるよう、制御CPU90から通信により目標回転数 $Ne^*$ と目標トルク $Te^*$ とを受信したEFI ECU70によってスロットルバルブ66の開度制御、燃料噴射弁51からの燃料噴射制御および点火プラグ62による点火制御が行なわれると共に、制御装置80の制御CPU90によりエンジン50の負荷トルクとしてのクラッチモータ30のトルク $Tc$ を制御が行なわれるのである。エンジン50は、その負荷トルクにより出力トルク $Te$ と回転数 $Ne$ とが変化するから、EFI ECU70による制御だけでは目標トルク $Te^*$ および目標回転数 $Ne^*$ の運転ポイントで運転することはできず、負荷トルクを与えるクラッチモータ30のトルク $Tc$ の制御も必要となるからである。なお、クラッチモータ30のトルク $Tc$ の制御は、前述したクラッチモータ30の制御で説明した。

【0065】こうした処理により、目標値 $Pb^*$ が正の値のときには、エンジン50から出力されるエネルギー $Pe$ の一部がクラッチモータ30とアシストモータ40とによりトルク変換されて回転数 $Nd$ とトルク指令値 $Td^*$ との積として表わされる動力として駆動軸22に出力されると共に、エネルギー $Pe$ の残余がクラッチモータ30またはアシストモータ40によって目標値 $Pb^*$ に相当する電気エネルギーに変換され、この電気エネルギーによりバッテリー94が充電される。また、目標値 $Pb^*$ が負の値のときには、エンジン50から出力されるエネルギー $Pe$ とバッテリー94から放電される目標値 $Pb^*$ に相当する電気エネルギーとがクラッチモータ30とアシストモータ40とによりトルク変換されて回転数 $Nd$ とトルク指令値 $Td^*$ との積として表わされる動力として駆動軸22に出力される。特に、目標値 $Pb^*$ が値0のときには、必要なエネルギー $Pn$ が駆動軸22に出力すべきエネルギー $Pd$ と等しくなるから、エンジン50から出力されるエネルギー $Pe$ のすべてがクラッチモータ30とアシストモータ40とによりトルク変換されて回転数 $Nd$ とトルク指令値 $Td^*$ との積として表わされる動力として駆動軸22に出力されることになる。

【0066】しかし、本明細書の発明が解決しようとする課題の欄でも記載したように、エンジン50の運転状態や効率、エンジン50の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などによって変化するから、上述

のように各設定値を設定して制御しても、エンジン50から出力されるエネルギーが必要なエネルギー $Pn$ に対応するものにならないときもある。このときには、バッテリー94の充放電電力 $Pb$ がその目標値 $Pb^*$ からずれることになる。以下に、こうしたずれを修正する処理について、図4の出力制御ルーチンのステップS114ないしS124の処理に基づき説明する。

【0067】ステップS106で駆動軸22の回転数 $Nd$ とアクセルペダルポジション $AP$ とが前回と同じときには、まず、電力計99bにより検出されるバッテリー94の充放電電力 $Pb$ を読み込む処理を行なう（ステップS114）。続いて、読み込んだ充放電電力 $Pb$ から目標値 $Pb^*$ を減じてその偏差 $\Delta Pb$ を求め（ステップS116）、求めた偏差 $\Delta Pb$ の絶対値を閾値 $Pref$ と比較する（ステップS118）。ここで、偏差 $\Delta Pb$ は、エンジン50から実際に出力されているエネルギーのエンジン50から出力すべきエネルギーに対する偏差を表わす。また、閾値 $Pref$ は、バッテリー94の充放電電力 $Pb$ の目標値 $Pb^*$ からの許容範囲として設定されるものであり、エンジン50の応答レスポンスや本ルーチンの繰り返しの時間間隔、クラッチモータ30やアシストモータ40の特性などによって定められる。

【0068】偏差 $\Delta Pd$ が許容範囲内にあるときには、エンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーに対応すると判断し、そのときのエネルギー $Pn$ とエネルギー $Pe$ との組み合わせをステップS112のエネルギー $Pe$ を導出する処理で用いたマップに書き込み（ステップS124）、そのときに設定されている各設定値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50を制御を行なう（ステップS126ないしS129）。このようにエネルギー $Pn$ とエネルギー $Pe$ との組み合わせをエネルギー $Pe$ を導出する処理で用いたマップに書き込むことにより、ステップS112の処理でよりの確なエネルギー $Pe$ を導出することができるようになる。

【0069】一方、偏差 $\Delta Pd$ が許容範囲内にないときには、偏差 $\Delta Pd$ に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー $Pe$ を計算（ $Pe \leftarrow Pe - Kb \times \Delta Pb$ ）により設定し直す（ステップS120）。ここで、 $Kb$ は比例定数である。したがって、偏差 $\Delta Pb$ が正の値のとき、即ち充放電電力 $Pb$ が許容範囲を超えて目標値 $Pb^*$ より大きいときにはエネルギー $Pe$ を小さくし、偏差 $\Delta Pb$ が負の値のとき、即ち充放電電力 $Pb$ が許容範囲を超えて目標値 $Pb^*$ より小さいときにはエネルギー $Pe$ を大きくするのである。そして、この再設定されたエネルギー $Pe$ に基づいてエンジン50の目標回転数 $Ne^*$ や目標トルク $Te^*$ を再設定し（ステップS122）、再設定された値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50を制御を行なう（ステップS126ないしS128）。こうした処理により、充放電

電力 $P_b$ と目標値 $P_{b*}$ との偏差 $\Delta P_b$ は許容範囲内になり、設定した動力が駆動軸22に出力されると共に設定した電力によりバッテリー94を充放電させることができるようになる。

【0070】以上説明した第1実施例の動力出力装置20によれば、エンジン50の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン50から実際に出力されるエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_{b*}$ との偏差 $\Delta P_b$ に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー $P_e$ を変更するから、駆動軸22に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_{b*}$ を値0とし、上述の閾値 $P_{ref}$ を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力することができる。この結果、予期しないバッテリー94の充放電が行なわれないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0071】また、第1実施例の動力出力装置20によれば、充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_{b*}$ との偏差 $\Delta P_b$ が許容範囲内となったときのエネルギー $P_n$ とエネルギー $P_e$ との組み合わせを、エネルギー $P_n$ が与えられたときにエネルギー $P_e$ を導出する処理で用いるマップに書き込んで学習するようにしたから、与えられたエネルギー $P_n$ に対してよりの確なエネルギー $P_e$ を導出することができる。この結果、予期しない電力によるバッテリー94の充放電を更に抑制することができる。

【0072】もとより、第1実施例の動力出力装置20では、エンジン50から出力するエネルギー $P_e$ が同じであれば、できる限り効率が高くなるようエンジン50の目標回転数 $N_{e*}$ や目標トルク $T_{e*}$ を設定するから、装置全体のエネルギー効率を更に向上させることができる。

【0073】第1実施例の動力出力装置20では、バッテリー94の充放電を伴う出力制御処理として説明したが、目標値 $P_{b*}$ を値0とすることによりバッテリー94の充放電を行なわない出力制御処理に適用することができるのは言うまでもない。また、第1実施例の動力出力装置20では、充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_{b*}$ との偏差 $\Delta P_b$ が許容範囲内となったときのエネルギー $P_n$ とエネルギー $P_e$ との組み合わせを、エネルギー $P_n$ が与えられたときにエネルギー $P_e$ を導出する処理で用いるマップに書き込んで学習するようにしたが、こうした学習機能を備えないものとしても差し支えない。

【0074】また、第1実施例の動力出力装置20では、必要なエネルギー $P_n$ を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 $P_{b*}$ との和によって求めたが、動力出力装置がエンジン50から出力

されるエネルギーやバッテリー94から放電される電力を駆動源として駆動するエアコンやポンプなどの補機を備えるときには、必要なエネルギー $P_n$ を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 $P_{b*}$ と補機の駆動に必要なエネルギーとの和によって求めるものとしてもよい。

【0075】第1実施例の動力出力装置20では、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ に基づいてエンジン50から出力されるエネルギーをエンジン50から出力すべきエネルギーに修正したが、エンジン50が実際に出力しているトルク $T_e$ に基づいてそれを修正するものとしてもよい。この場合の出力制御ルーチンを図10に例示する。図10の出力制御ルーチンのステップS160ないしS172の処理およびステップS182ないしS189の処理については、図4の出力制御ルーチンのステップS100ないしS112の処理およびステップS122ないしS129の処理と同一であるから、これらの処理の詳細な説明については省略する。以下、図10のルーチンにおける駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジション $AP$ とが前回と同じときの処理（ステップS174ないしS189の処理）について説明する。

【0076】ステップS166で駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジション $AP$ とが前回と同じときには、まず、クラッチモータ30のトルク指令値 $T_{c*}$ からエンジン50の目標トルク $T_{e*}$ を減じて偏差 $\Delta T_e$ を求める（ステップS174）。前述したように定常運転状態では、クラッチモータ30のトルク指令値 $T_{c*}$ はそのときのエンジン50の負荷トルク $T_e$ に相当するから、偏差 $\Delta T_e$ は、エンジン50が実際に出力しているトルク $T_e$ と目標トルク $T_{e*}$ との偏差を表わすことになる。続いて、求めた偏差 $\Delta T_e$ の絶対値を閾値 $T_{ref}$ と比較する（ステップS178）。ここで、閾値 $T_{ref}$ は、エンジン50から実際に出力しているトルク $T_e$ の目標トルク $T_{e*}$ からの許容範囲として設定されるものである。

【0077】偏差 $\Delta T_e$ が許容範囲内にあるときには、エンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーになっていると判断し、そのときのエネルギー $P_n$ とエネルギー $P_e$ との組み合わせをステップS172のエネルギー $P_e$ を導出する処理で用いたマップに書き込み（ステップS184）、そのときに設定されている各設定値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50を制御を行なう（ステップS186ないしS189）。

【0078】一方、偏差 $\Delta T_e$ が許容範囲内にないときには、偏差 $\Delta T_e$ に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー $P_e$ を計算（ $P_e \leftarrow P_e - K_t \times \Delta T_e$ ）により設定し直す（ステップS180）。ここで、 $K_t$ は比例定数である。したがって、偏差 $\Delta T_e$ が正の値のとき、即ちエンジン50から実際に出力しているトルク $T$

eが目標トルク $T_e^*$ より大きいときにはエネルギー $P_e$ を小さくし、偏差 $\Delta P_b$ が負の値のとき、即ちトルク $T_e$ が目標トルク $T_e^*$ より小さいときにはエネルギー $P_e$ を大きくするのである。そして、この再設定されたエネルギー $P_e$ に基づいてエンジン50の目標回転数 $N_e^*$ や目標トルク $T_e^*$ を再設定し（ステップS182）、再設定された値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50を制御を行なう（ステップS186ないしS189）。こうした処理により、エンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力することができる。

【0079】以上説明した図10の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン50が実際に出力しているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、エンジン50から実際に出力されているトルク $T_e$ と目標トルク $T_e^*$ との偏差 $\Delta T_e$ に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー $P_e$ を変更するから、駆動軸22に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_b^*$ を値0とし、上述の閾値 $T_{ref}$ を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力することができる。この結果、予期しないバッテリー94の充放電が行なわれないから、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0080】第1実施例の動力出力装置20やその変形例では、エンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なるときには、エンジン50から出力されるエネルギーを変更することによりエンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力するように制御したが、例えばエンジン50の一気筒が失火したり高地での運転時のときのようにエンジン50から十分なエネルギーを出力することができないときには、エンジン50から出力されるエネルギーを変更してエンジン50から出力すべきエネルギーを実際に出力することができないから、エンジン50から実際に出力されているエネルギーに駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 $T_d^*$ やエンジン50の目標トルク $T_e^*$ を調整するものとしてもよい。この場合の出力制御ルーチンを図11と図12とに例示する。図11はバッテリー94の充放電電力 $P_b$ に基づいてエンジン50から実際に出力されているエネルギーにトルク指令値 $T_d^*$ を修正する際の出力制御ルーチンであり、図12はエンジン50から実際に出力されているトルク $T_e$ に基づいてエンジン50から実際に出力されているエネルギーにトルク指令値 $T_d^*$ とエンジン50の目標トルク $T_e^*$ とを修正する際の出力制御ルーチンである。まず、図11の出力制御ルーチンについて説明する。

【0081】図11の出力制御ルーチンのステップS200ないしS206の処理は、図4の出力制御ルーチンのステップS100ないしS106の処理と同一なので、その詳細な説明は省略する。ステップS206で駆動軸22の回転数 $N_d$ やアクセルペダルポジション $A_P$ が前回と異なるときには、アクセルペダルポジション $A_P$ と回転数 $N_d$ と補正係数 $K$ とに基づいて駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 $T_d^*$ を設定する（ステップS208）。ここで設定されるトルク指令値 $T_d^*$ は、図5のマップを用いて導出した値（図4の出力制御ルーチンのステップS108で設定されるトルク指令値 $T_d^*$ ）に補正係数 $K$ を乗じたものである。補正係数 $K$ は、動力出力装置20が起動されたときには、図示しない初期化ルーチンにより初期値として値1が設定され、この値1と後述する閾値 $K_{ref}$ との範囲内で変化する。

【0082】次に、必要なエネルギー $P_n$ を計算（ $P_n = N_d \times T_d^* / K + P_b^*$ ）により求め（ステップS210）、求めたエネルギー $P_n$ に基づいてエンジン50から出力すべきエネルギー $P_e$ を導出する（ステップS212）。必要なエネルギー $P_n$ を求める式は、右辺第1項を補正係数 $K$ で割っているから、図4の出力制御ルーチンのステップS110で求めるエネルギー $P_n$ と同一の値となる。したがって、エネルギー $P_n$ およびエネルギー $P_e$ は、アクセルペダルポジション $A_P$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ とバッテリー94の充放電電力の目標値 $P_b^*$ が同じであれば、補正係数 $K$ の値に拘わらず同じ値となる。エンジン50から出力すべきエネルギー $P_e$ を求めると、エネルギー $P_e$ に基づいてエンジン50の目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ とを設定し（ステップS213）、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう（ステップS226ないしS229）。こうした処理によりトルク指令値 $T_d^*$ は、補正係数 $K$ が乗じられるためにアクセルペダルポジション $A_P$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ とに基づいて求まる値より小さく設定されることになり、エンジン50の目標回転数 $N_e^*$ と目標トルク $T_e^*$ は、補正係数 $K$ の値に拘わらず、補正係数 $K$ を値1としたときのトルク指令値 $T_d^*$ と目標値 $P_b^*$ とに基づいて定まる値に設定されることになる。したがって、補正係数 $K$ が値1のときには、図4の出力制御ルーチンと同様の処理となる。なお、ステップS226ないしS229のクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御は、図4のステップS126ないしS129で説明した制御と同一である。

【0083】ステップS206で駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジション $A_P$ とが前回と同じときには、まず、電力計99bにより検出されるバッテリー94の充放電電力 $P_b$ を読み込み（ステップS214）、目標値 $P_b^*$ から読み込んだ充放電電力 $P_b$ を減じてその偏差 $\Delta P_b$ を求め（ステップS216）、求めた偏差



$\Delta P_b$ を閾値 $P_{ref}$ と比較する(ステップS118)。そして、偏差 $\Delta P_d$ が閾値 $P_{ref}$ 以下のときには、現在設定されている値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS226ないしS229)。

【0084】一方、偏差 $\Delta P_d$ が閾値 $P_{ref}$ より大きいときには、補正係数 $K$ から所定値 $\Delta K$ を減じたものを新たな補正係数 $K$ として設定し(ステップS220)、設定した補正係数 $K$ が閾値 $K_{ref}$ 未満にならないよう制限する処理を行なう(ステップS222およびS223)。ここで、所定値 $\Delta K$ は、補正係数 $K$ を徐々に変化させる変化量であり、実施例では、補正係数 $K$ が1秒間に0.01だけ変化するように設定した。補正係数 $K$ が閾値 $K_{ref}$ 未満とならないよう制限するのは、過度に小さくなるのを防止するためである。なお、実施例では、閾値 $K_{ref}$ に値0.7を設定した。そして、トルク指令値 $T_d^*$ に補正係数 $K$ を乗じたものを新たなトルク指令値 $T_d^*$ として設定し(ステップS224)、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS226ないしS229)。

【0085】以上説明した図11の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の一部の気筒の失火などによりエンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_b^*$ との偏差 $\Delta P_b$ に基づいて駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 $T_d^*$ を変更するから、変更されたトルク指令値 $T_d^*$ と回転数 $N_d$ とを乗じた動力を駆動軸22に出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_b^*$ を値0とし、上述の閾値 $P_{ref}$ を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力することができる。この結果、過剰なバッテリー94の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0086】図11の出力制御ルーチンでは、バッテリー94の充放電を伴う出力制御処理として説明したが、目標値 $P_b^*$ を値0とすることによりバッテリー94の充放電を行なわない出力制御処理に適用することができるのは言うまでもない。また、図11の出力制御ルーチンでは、必要なエネルギー $P_n$ を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 $P_b^*$ とに基づいて求めたが、動力出力装置がエンジン50から出力されるエネルギーやバッテリー94から放電される電力を駆動源として駆動するエアコンやポンプなどの補機を備えるときには、必要なエネルギー $P_n$ を駆動軸22に出力すべきエネルギーとバッテリー94を充放電する目標値 $P_b^*$ と補機の駆動に必要なエネルギーとに基づいて求めるものと

してもよい。

【0087】次に、図12の出力制御ルーチンについて説明する。図12の出力制御ルーチンのステップS230ないしS243の処理およびステップS250ないしS259の処理については、図11の出力制御ルーチンのステップS200ないしS213の処理およびステップS220ないしS229の処理と同一であるから、これらの処理の詳細な説明については省略する。以下、図12のルーチンにおける駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジション $AP$ とが前回と同じときの処理(ステップS244ないしS248の処理)について説明する。

【0088】ステップS236で駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジション $AP$ とが前回と同じときには、まず、偏差 $\Delta T_e$ を計算( $\Delta T_e = K \times T_e - T_c^*$ )により求める処理を行なう(ステップS244)。ここで、補正係数 $K$ を乗じた目標トルク $T_e^*$ を用いるのは、目標値をエンジン50から実際に出力されているトルク $T_e$ に近づけるためである。なお、クラッチモータ30のトルク指令値 $T_c^*$ がエンジン50から実際に出力しているトルク $T_e$ に相当すること、偏差 $\Delta T_e$ がエンジン50が実際に出力しているトルク $T_e$ と目標トルク $T_e^*$ との偏差を表わすことについては説明した。

【0089】偏差 $\Delta T_e$ が閾値 $T_{ref}$ 以下のときには、現在設定されている値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行ない(ステップS256ないしS259)、偏差 $\Delta T_e$ が閾値 $T_{ref}$ より大きいときには、補正係数 $K$ から所定値 $\Delta K$ を減じたものを新たな補正係数 $K$ として設定し(ステップS250)、設定した補正係数 $K$ が閾値 $K_{ref}$ 未満にならないよう制限し(ステップS252およびS253)、トルク指令値 $T_d^*$ に補正係数 $K$ を乗じたものを新たなトルク指令値 $T_d^*$ として設定し(ステップS254)、設定した値を用いてクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御を行なう(ステップS256ないしS259)。

【0090】以上説明した図12の出力制御ルーチンによれば、エンジン50の一部の気筒の失火などによりエンジン50から実際に出力されているエネルギーがエンジン50から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、補正係数 $K$ を徐々に減じながらトルク指令値 $T_d^*$ を変更すると共に、判定に用いる目標値に補正係数 $K$ を乗じるから、変更されたトルク指令値 $T_d^*$ と回転数 $N_d$ とを乗じた動力を駆動軸22に出力すると共に、所望の電力でバッテリー94を充放電することができる。したがって、バッテリー94の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_b^*$ を値0とし、上述の閾値 $T_{ref}$ を小さくすれば、より確実に、バッテリー94の充放電なしにエンジン50から出力された動力をトルク変換して駆動軸22に出力する



ことができる。この結果、過剰なバッテリー94の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0091】こうした変形例を含め第1実施例の動力出力装置20では、クラッチモータ30とアシストモータ40とをそれぞれ別個に駆動軸22に取り付けたが、図13に例示する変形例の動力出力装置20Aのように、クラッチモータとアシストモータとが一体となるよう構成してもよい。この変形例の動力出力装置20Aの構成について以下に簡単に説明する。図示するように、変形例の動力出力装置20Aのクラッチモータ30Aは、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aと、駆動軸22に結合したアウトロータ32Aとから構成され、インナロータ34Aには三相コイル36Aが取り付けられており、アウトロータ32Aには永久磁石35Aがその外周面側の磁極と内周面側の磁極とが異なるよう嵌め込まれている。なお、図示しないが、永久磁石35Aの外周面側の磁極と内周面側の磁極との間には、非磁性体により構成された部材が嵌挿されている。一方、アシストモータ40Aは、このクラッチモータ30Aのアウトロータ32Aと、三相コイル44が取り付けられたステータ43とから構成される。すなわち、クラッチモータ30Aのアウトロータ32Aがアシストモータ40Aのロータを兼ねる構成となっている。なお、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aに三相コイル36Aが取り付けられているから、クラッチモータ30Aの三相コイル36Aに電力を供給するスリップリング38は、クランクシャフト56に取り付けられている。

【0092】この変形例の動力出力装置20Aでは、アウトロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの内周面側の磁極に対してインナロータ34Aの三相コイル36Aに印加する電圧を制御することにより、クラッチモータ30とアシストモータ40とを駆動軸22に別個に取り付けた前述の動力出力装置20のクラッチモータ30と同様に動作する。また、アウトロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより実施例の動力出力装置20のアシストモータ40と同様に動作する。したがって、変形例の動力出力装置20Aは、上述した実施例の動力出力装置20が行なうすべての動作について同様に動作する。

【0093】こうした変形例の動力出力装置20Aによれば、アウトロータ32Aがクラッチモータ30Aのロータの一方とアシストモータ40Aのロータとを兼ねるから、動力出力装置の小型化および軽量化を図ることができる。

【0094】また、第1実施例の動力出力装置20では、アシストモータ40を駆動軸22に取り付けたが、図14の変形例の動力出力装置20Bに示すように、ア

シストモータ40をエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けてもよい。こうした変形例の動力出力装置20は次のように動作する。今、エンジン50が、図3のトルクと回転数とにより表わされる出力エネルギー一定の曲線上の回転数 $N_e$ が値 $N_1$ でトルク $T_e$ が値 $T_1$ の運転ポイントP1で運転されており、駆動軸22が値 $N_2$ の回転数 $N_d$ の回転数で回転しているとする。クランクシャフト56に取り付けられたアシストモータ40からクランクシャフト56にトルク $T_a$  ( $T_a = T_2 - T_1$ ) を出力すれば、図3の領域G2と領域G3の和で表わされるエネルギーがクランクシャフト56に与えられて、クランクシャフト56のトルクは値 $T_2$  ( $T_1 + T_a$ ) となる。一方、クラッチモータ30のトルク $T_c$ を値 $T_2$ として制御すれば、駆動軸22にこのトルク $T_c$  ( $T_1 + T_a$ ) が出力されると共に、エンジン50の回転数 $N_e$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ との回転数差 $N_c$ に基づく電力(領域G1と領域G3との和で表わされるエネルギー)が回生される。したがって、アシストモータ40のトルク $T_a$ をクラッチモータ30により回生される電力により丁度賄えるよう設定し、この回生電力を電源ラインL1、L2を介して第2の駆動回路92に供給すれば、アシストモータ40は、この回生電力により駆動することになる。

【0095】また、エンジン50が、図3中の回転数 $N_e$ が値 $N_2$ でトルク $T_e$ が値 $T_2$ の運転ポイントP2で運転されており、駆動軸22が値 $N_2$ の回転数 $N_d$ で回転しているときを考える。このとき、アシストモータ40のトルク $T_a$ を $T_2 - T_1$ で求められる値として制御すれば、アシストモータ40は回生制御され、図3中の領域G2で表わされるエネルギー(電力)をクランクシャフト56から回生する。一方、クラッチモータ30は、インナロータ34がアウトロータ32に対して回転数差 $N_c$  ( $N_1 - N_2$ ) の回転数で駆動軸22の回転方向に相対的に回転するから、通常のモータとして機能し、回転数差 $N_c$ に応じた領域G1で表わされるエネルギーを駆動軸22に回転エネルギーとして与える。したがって、アシストモータ40のトルク $T_a$ を、アシストモータ40により回生される電力でクラッチモータ30により消費される電力を丁度賄えるよう設定すれば、クラッチモータ30は、アシストモータ40により回生される電力によって駆動することになる。

【0096】したがって、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、アシストモータ40のトルク $T_a$ およびクラッチモータ30のトルク $T_c$ を、次式(6)および式(7)が成り立つよう制御すれば、エンジン50から出力されるエネルギーを自由にトルク変換して駆動軸22に付与することができる。また、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、こうしたエンジン50から出力される動力のすべてをトルク変換して駆動軸2

2に出力する動作の他に、エンジン50から出力される動力（トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積）を駆動軸22に要求される動力（トルク $T_d$ と回転数 $N_d$ との積）より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー94の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン50から出力される動力を駆動軸22に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー94から放電を伴う動作とすることもできる。

$$【0097】 T_e \times N_e = T_c \times N_d \quad \dots (6)$$

$$T_e + T_a = T_c = T_d \quad \dots (7)$$

【0098】したがって、変形例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20やその変形例と同様に図4や図10ないし図12の出力制御ルーチンを実行することができ、第1実施例の動力出力装置20やその変形例が奏する効果と同様に効果を奏することができる。なお、変形例の動力出力装置20Bでは、アシスト

$$Ta^* \leftarrow \text{前回} Ta^* + K3(Ne^* - Ne) + K4 \int (Ne^* - Ne) dt \quad \dots (8)$$

【0100】こうした変形例の動力出力装置20Bでは、アシストモータ40をエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けたが、図17に例示する変形例の動力出力装置20Cのように、アシストモータ40とクラッチモータ30とでエンジン50を挟持する配置としてもよい。

【0101】また、変形例の動力出力装置20Bを、図18に例示する変形例の動力出力装置20Dのように、クラッチモータとアシストモータとを一体となるよう構成してもよい。こうした変形例の動力出力装置20Dでは、図示するように、クラッチモータ30Dのアウタロータ32Dがアシストモータ40Dのロータを兼ねる構成となっており、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの内周面側の磁極に対してインナロータ34Dの三相コイル36に印加する電圧を制御することにより、変形例の動力出力装置20Bのクラッチモータ30と同様の動作が可能となる。また、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより、変形例の動力出力装置20Bのアシストモータ40と同様の動作が可能となる。したがって、変形例の動力出力装置20Dは、変形例の動力出力装置20Bのすべての動作について全く同様に動作することができる。この変形例の動力出力装置20Dによれば、変形例の動力出力装置20Bが奏する効果、即ち第1実施例の動力出力装置20が奏する効果の他に動力出力装置の小型化および軽量化を図ることができるという効果も奏する。

【0102】第1実施例の動力出力装置20やその変形例では、FR型あるいはFF型の車両に動力出力装置を搭載したが、図19に例示する変形例の動力出力装置20Eのように、4輪駆動車（4WD）に適用してもよ

モータ40がクランクシャフト56に取り付けられているから、図8のクラッチモータ制御ルーチンのステップS130およびS132の処理に代えて図15に例示するクラッチモータ制御ルーチンのステップS270に示すようにクラッチモータ30のトルク指令値 $T_c^*$ にトルク指令値 $T_d^*$ を設定する処理を行ない、図9のアシストモータ制御ルーチンのステップS150の処理に代えて図16に例示するアシストモータ制御ルーチンのステップS280ないしS282に示すように、エンジン50の回転数 $N_e$ を読み込み、読み込んだ回転数 $N_e$ を用いて次式（8）により算出される値をアシストモータ40のトルク指令値 $T_a^*$ に設定する処理を行なう必要がある。

【0099】

【数6】

い。この構成では、駆動軸22に機械的に結合していたアシストモータ40を駆動軸22より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このアシストモータ40によって後輪部の駆動輪27、29を駆動する。一方、駆動軸22の先端はギヤ23を介してディファレンシャルギヤ24に結合されており、この駆動軸22によって前輪部の駆動輪26、28を駆動する。このような構成の下においても、前述した第1実施例を実現することは可能である。

【0103】また、第1実施例の動力出力装置20では、クラッチモータ30に対する電力の伝達手段として回転リング38aとブラシ38bとからなるスリップリング38を用いたが、回転リング-水銀接触、磁気エネルギーの半導体カップリング、回転トランス等を用いることもできる。

【0104】次に、本発明の第2の実施例としての動力出力装置110について説明する。図20は第2実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図21は第2実施例の動力出力装置110の部分拡大図、図22は第2実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【0105】第2実施例の動力出力装置110が組み込まれた車両は、図22に示すように、クランクシャフト156にクラッチモータ30とアシストモータ40とが取り付けられている代わりにプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2が取り付けられている点を除いて第1実施例の動力出力装置20が組み込まれた車両（図2）と同様の構成をしている。したがって、第2実施例の動力出力装置110の構成のうち第1実施例の動力出力装置20と同一の構成については、値100を加えた符号を付し、その説明は省略する。なお、第2実施例の動力出力装置110の説明でも、明示しない限

り第1実施例の動力出力装置20の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0106】図20に示すように、第2実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156にプラネタリキャリア124が機械的に結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0107】図21に示すように、プラネタリギヤ120は、クランクシャフト156に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124（クランクシャフト156）の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0108】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128がモータMG1側に結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。図22に示すように、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。

【0109】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個（実施例では、N極が4個でS極が4個）の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース115に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機

として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度 $\theta_s$ を検出するレゾルバ139が設けられている。

【0110】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個（実施例では、N極が4個でS極が4個）の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース115に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度 $\theta_r$ を検出するレゾルバ149が設けられている。

【0111】図20に示すように、第2実施例の動力出力装置110が備える制御装置180は、第1実施例の動力出力装置20が備える制御装置80と同様に構成されている。すなわち、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されており、制御CPU190は、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、第1実施例の制御CPU90と同様に、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジションAP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジションBP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 $I_{u1}$ 、 $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 $I_{u2}$ 、 $I_{v2}$ 、残容量検出器199aからのバッテリー194の残容量BRM、バッテリー194の出力端子に設けられた電力計199bからのバッテリー194の充放電電力 $P_b$ などが、入力ポートを介して入力されている。

【0112】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタ $T_{r1}$ ないし $T_{r6}$ を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタ $T_{r1}$ ないし $T_{r6}$

r 1 6を駆動する制御信号SW2とが出力されている。この第1の駆動回路191および第2の駆動回路192内の各々6個のトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16は、それぞれトランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一对の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、第1の駆動回路191ではモータMG1の三相コイル134の各々が、第2の駆動回路192ではモータMG2の三相コイル144の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16のオン時間の割合を制御信号SW1、SW2により順次制御し、三相コイル134、144に流れる電流をPWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134、144により、回転磁界が形成される。

【0113】次に、第2実施例の動力出力装置110の動作について説明する。第2実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数NeとトルクTeとで表わされる運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数NrとトルクTrとで表わされる運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、即ち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクの関係は、図23に示されている。

【0114】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図24および図25に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。第2実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0115】図24における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(9)で表わされる。

【0116】

【数7】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \cdots \cdots (9)$$

【0117】いま、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクラックシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式(次式(10))により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0118】

【数8】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \cdots \cdots (10)$$

【0119】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをプラネタリキャリア124の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(11)および式(12)によって表わされる。

【0120】

【数9】

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \cdots \cdots (11)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \cdots \cdots (12)$$

【0121】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルクと同じ大きさで向きが反対のトルクTrとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作用させるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作用させることができる。こ

のとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0122】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図23に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、エネルギーが同一でトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0123】図24に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とによっては、図25に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ とモータMG2で回生する電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0124】こうした第2実施例の動力出力装置110は、上述したように、プラネタリギヤ120の動作を考

慮する必要があるが、エンジン150の運転ポイントとリングギヤ軸126の運転ポイントとを独立に設定できるから、第1実施例の動力出力装置20やその変形例と同様な処理、即ち図4や図10ないし図12の出力制御ルーチンと同様な処理を行なうことができる。第2実施例の動力出力装置110により実行される図4、図10ないし図12の出力制御ルーチンに対応するルーチンの一例を図26、図29ないし図31に示す。第2実施例の動力出力装置110の説明として、これらのすべての出力制御ルーチンについて説明すると冗長となるから、以下、図26の出力制御ルーチンと図31の出力制御ルーチンについて説明し、この2つの出力制御ルーチンの一部を組み合わせることで説明できる図29と図30の出力制御ルーチンについての説明は省略する。

【0125】第2実施例の動力出力装置110において実行する図26の出力制御ルーチンは、図4の出力制御ルーチンと比較して、駆動軸22の回転数 $N_d$ や駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 $T_d^*$ に代えてリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ やリングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ を用いている点（ステップS302ないしS310）と、サンギヤ軸125の目標回転数 $N_s^*$ をエンジン50の回転数 $N_e$ に代えて目標回転数 $N_e^*$ を用いて式(10)により算出して設定する点（ステップS323）と、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御（ステップS126およびS128）に代えてモータMG1とモータMG2の制御を行なう点（ステップS326およびS329）とが異なるだけで図4の出力制御ルーチンと同一である。なお、リングギヤ軸126は、動力取出ギヤ128、動力伝達ギヤ111およびディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に機械的に結合されているから、実質的に第1実施例における駆動軸22に相当するものである。また、第2実施例でも、第1実施例のクラッチモータ30、アシストモータ40およびエンジン50の制御と同様に、モータMG1、モータMG2およびエンジン150の各制御を別々のステップとして記載したが、これらの各制御は本ルーチンとは異なるタイミングで別個独立にかつ並行的に行なわれるものである。

【0126】図26の出力処理ルーチンにおけるステップS326のモータMG1の制御とステップS328のモータMG2の制御は、図27に例示するモータMG1の制御ルーチンと図28に例示するモータMG2の制御ルーチンを実行することにより行なわれる。図27に例示するモータMG1の制御ルーチンと図28に例示するモータMG2の制御ルーチンは、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ やモータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ を設定する処理（図27のS330およびS332、図28のステップS350）が異なるだけで、図9のアシストモータ制御ルーチンと同様な処理である。即ち、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ は、サンギヤ軸12

5の回転数 $N_s$ を用いて次式(13)によって設定され、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ は、次式(14)によって設定される。モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ を算出する式(13)中の右辺第2項は回転数 $N_s$ の目標回転数 $N_s^*$ からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項である。このようにモータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ を設定することによりサンギヤ軸125を目標回転数 $N_s^*$ で安定して回転させることができる。サンギヤ軸125の目標回転数 $N_s^*$ はエンジン150の目標回転数 $N_e^*$ を

$$T_{m1}^* \leftarrow \text{前回}T_{m1}^* + K5(N_s^* - N_s) + K6 \int (N_s^* - N_s) dt \quad \dots\dots(13)$$

$$T_{m2}^* \leftarrow T_r^* - \frac{T_{m1}^*}{\rho} \quad \dots\dots(14)$$

【0128】以上の説明により第2実施例の動力出力装置110でも、図26の出力制御ルーチンを実行することにより、第1実施例の動力出力装置20が奏する効果と同一の効果、即ち、エンジン150の運転温度や供給される燃料の性情、気温、大気圧などの外因によってエンジン150から実際に出力されるエネルギーがエンジン150から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、バッテリー194の充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_b^*$ との偏差 $\Delta P_b$ に基づいてエンジン150から出力すべきエネルギー $P_e$ を変更するから、サンギヤ軸125に所望の動力を出力すると共に、所望の電力でバッテリー194を充放電することができるという効果や、バッテリー194の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_b^*$ を値0とすることにより、予期しないバッテリー194の充放電を防止すると共に装置全体のエネルギー効率を向上させることができるという効果、充放電電力 $P_b$ と目標値 $P_b^*$ との偏差 $\Delta P_b$ が許容範囲内となったときのエネルギー $P_n$ とエネルギー $P_e$ との組み合わせを学習することにより、予期しない電力によるバッテリー194の充放電を抑制することができるという効果などを奏することができる。

【0129】次に、図12の出力制御ルーチンに対応する図31の出力制御ルーチンについて説明する。図31の出力制御ルーチンは、図12の出力制御ルーチンと比較して、駆動軸22の回転数 $N_d$ や駆動軸22に出力すべきトルクの指令値 $T_d^*$ に代えてリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ やリングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ を用いている点(ステップS440ないしS452)と、サンギヤ軸125の目標回転数 $N_s^*$ をエンジン50の回転数 $N_e$ に代えて目標回転数 $N_e^*$ を用いて式(10)により算出して設定する点(ステップS456)と、偏差 $\Delta T_e$ を求める処理が異なる点(ステップS458およびS460)と、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御に代えてモータMG1とモータMG2の制御を行なう点(ステップS472

用いて式(10)により求めたから、サンギヤ軸125を目標回転数 $N_s^*$ で回転させることはエンジン150を目標回転数 $N_e^*$ で回転させることになる。したがって、プラネタリギヤ120とモータMG1は、第1実施例の動力出力装置20におけるクラッチモータ30の役割を担っている。また、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ を算出する式(14)は、図24や図25における動作共線の釣り合いから比例計算により求められる。

【0127】

【数10】

およびS474)とが異なるだけで図4の出力制御ルーチンと同一である。なお、これらの相違のうち、リングギヤ軸126が実質的に第1実施例における駆動軸22に相当すること、プラネタリギヤ120とモータMG1がクラッチモータ30に相当することについては説明した。以下、図12の出力制御ルーチンと異なる偏差 $\Delta T_e$ を求める処理以降の処理(ステップS458ないしS476)について説明する。

【0130】ステップS446でリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とアクセルペダルポジションAPとが前回と同じときには、制御装置180の制御CPU190は、まず、エンジン150から実際に出力しているトルク $T_e$ の推定値である推定トルク $T_{est}$ を次式(15)により算出する処理を行なう(ステップS458)。いま、リングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とアクセルペダルポジションAPとが前回と同じであるから、動力出力装置110は定常運転状態にあると考えてもよい。したがって、エンジン150から出力しているトルク $T_e$ は、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ とモータMG2のトルク指令値 $T_{m2}^*$ とを用いて図24や図25の共線図における動作共線の釣り合いから求めた式(15)により求めることができるのである。

【0131】

【数11】

$$T_{est} \leftarrow \frac{1+\rho}{\rho} \times T_{m1}^* - T_{m2}^* \quad \dots\dots(15)$$

【0132】推定トルク $T_{est}$ を求めると、続いて、補正係数 $K$ を乗じた目標トルク $T_e^*$ から求めた推定トルク $T_{est}$ を減じて偏差 $\Delta T_e$ を算出する処理を行なう(ステップS460)。ここで、補正係数 $K$ を乗じた目標トルク $T_e^*$ を用いるのは、図12の出力制御ルーチンの場合と同様に、目標値をエンジン150から実際



に出力されているトルク $T_e$ に近づけるためである。こうして偏差 $\Delta T_e$ を算出すると、偏差 $\Delta T_e$ を閾値 $T_{ref}$ と比較し(ステップS462)、偏差 $\Delta T_e$ が閾値 $T_{ref}$ より大きいときには、補正係数 $K$ から所定値 $\Delta K$ を減じたものを新たな補正係数 $K$ として設定し(ステップS464)、設定した補正係数 $K$ が閾値 $K_{ref}$ 未満にならないよう制限し(ステップS466およびS468)、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ に補正係数 $K$ を乗したものを新たなトルク指令値 $T_r^*$ として設定し(ステップS470)、設定した値を用いてモータMG1、モータMG2およびエンジン150の制御を行なう(ステップS472ないしS476)。

【0133】以上説明した図31の出力制御ルーチンによれば、エンジン150の一部の気筒の失火などによりエンジン150から実際に出力されているエネルギーがエンジン150から出力すべきエネルギーと異なることとなっても、徐々に減少する補正係数 $K$ を乗じてトルク指令値 $T_r^*$ を変更させると共に、判定に用いる目標値に補正係数 $K$ を乗じて変更させるから、変更したトルク指令値 $T_r^*$ と回転数 $N_r$ とを乗じた動力をリングギヤ軸126に出力すると共に、所望の電力でバッテリー194を充放電することができる。したがって、バッテリー194の充放電電力 $P_b$ の目標値 $P_b^*$ を値0とし、上述の閾値 $T_{ref}$ を小さくすれば、より確実に、バッテリー194の充放電なしにエンジン150から出力された動力をトルク変換してリングギヤ軸126に出力することができる。この結果、過剰なバッテリー194の放電が行なわれないから、バッテリー上がりを防止することができる。

【0134】第2実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図32の変形例の動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース115から取り出すものとしてもよい。また、図33の変形例の動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からプラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくともよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0135】第2実施例の動力出力装置110では、モータMG2をリングギヤ軸126に取り付けたが、図34に例示する変形例の動力出力装置110Cのように、モータMG2をクランクシャフト156に取り付けるものとしてもよい。この変形例の動力出力装置110Cでは、図34に示すように、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125Cにはモータ

MG1のロータ132が取り付けられており、プラネタリキャリア124には、第2実施例の動力出力装置110と同様に、エンジン150のクランクシャフト156が取り付けられている。このクランクシャフト156には、モータMG2のロータ142と、クランクシャフト156の回転角度 $\theta_e$ を検出するレゾルバ157とが取り付けられている。プラネタリギヤ120のリングギヤ122に取り付けられたリングギヤ軸126Cは、その回転角度 $\theta_r$ を検出するレゾルバ149が取り付けられているだけで、動力取出ギヤ128に結合されている。

【0136】この変形例の動力出力装置110Cは次のように動作する。エンジン150を回転数 $N_e$ とトルク $T_e$ とで表わされる運転ポイントP1で運転し、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ ( $P_e = N_e \times T_e$ )と同じエネルギー $P_r$ ( $P_r = N_r \times T_r$ )となる回転数 $N_r$ とトルク $T_r$ とで表わされる運転ポイントP2でリングギヤ軸126Cを運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126Cに作用させる場合について考える。この状態の共線図を図35および図36に例示する。

【0137】図35の共線図における動作共線の釣り合いを考えると、次式(16)ないし式(19)が導き出される。即ち、式(16)はエンジン150から入力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126Cに出力されるエネルギー $P_r$ の釣り合いから導き出され、式(17)はクランクシャフト156を介してプラネタリキャリア124に入力されるエネルギーの総和として導き出される。また、式(18)および式(19)はプラネタリキャリア124に作用するトルクを座標軸Sおよび座標軸Rを作用線とするトルクに分離することにより導出される。

【0138】

【数12】

$$T_e \times N_e = T_r \times N_r \quad \dots\dots(16)$$

$$T_c = T_e + T_{m2} \quad \dots\dots(17)$$

$$T_{cs} = T_c \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots\dots(18)$$

$$T_{cr} = T_c \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots\dots(19)$$

【0139】この動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いがとれればよいから、トルク $T_{m1}$ とトルク $T_{cs}$ とを等しく、かつ、トルク $T_r$ とトルク $T_{cr}$ とを等しくすればよい。以上の関係からトルク $T_{m1}$ およびトルク $T_{m2}$ を求めれば、次式(20)および式(21)のように表わされる。

【0140】

【数13】

$$T_{m1} = T_r \times \rho \quad \dots\dots(20)$$

$$T_{m2} = T_r \times (1+\rho) - T_e \quad \dots\dots(21)$$



【0141】したがって、モータMG1により式(20)で求められるトルク $T_{m1}$ をサンギヤ軸125Cに作用させ、モータMG2により式(21)で求められるトルク $T_{m2}$ をクランクシャフト156に作用させれば、エンジン150から出力されるトルク $T_e$ および回転数 $N_e$ で表わされる動力をトルク $T_r$ および回転数 $N_r$ で表わされる動力にトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力することができる。なお、この共線図の状態では、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用方向が逆になるから、発電機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を回生する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用方向が同じになるから、電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を消費する。

【0142】図35に示す共線図ではサンギヤ軸125Cの回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126Cの回転数 $N_r$ とによっては、図36に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126Cから回生することになる。

【0143】以上説明したように、変形例の動力出力装置110Cでも、第2実施例の動力出力装置110と同様に、モータMG1とモータMG2を式(20)および式(21)とにより算出されるトルクが出力されるよう制御すれば、エンジン150から出力されるエネルギーを自由にトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力することができる。また、変形例の動力出力装置110Cで

$$T_{m2}^* \leftarrow \text{前回 } T_{m2}^* + K7(N_e^* - N_e) + K8 \int (N_e^* - N_e) dt \quad \dots\dots(22)$$

【0146】変形例の動力出力装置110Cでは、エンジン150とモータMG1とによりモータMG2を挟持する配置としたが、図39の変形例の動力出力装置110Dに示すように、モータMG1とモータMG2とでエンジン150を挟持する配置としてもよい。また、変形例の動力出力装置110Cでは、リングギヤ軸126Cに出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図40の変形例の動力出力装置110Eに示すように、リングギヤ軸126Eを延出してケース115から取り出すものとしてもよい。

【0147】第2実施例の動力出力装置110やその変形例では、FR型あるいはFF型の2輪駆動の車両に動力出力装置を搭載するものとしたが、図41の変形例の

も、第2実施例の動力出力装置110と同様に、こうしたエンジン150から出力される動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力する動作の他に、エンジン150から出力される動力(トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積)をリングギヤ軸126に要求される動力(トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積)より大きくして余剰の電気エネルギーを見出し、バッテリー194の充電を伴う動作としたり、逆にエンジン150から出力される動力をリングギヤ軸126に要求される動力より小さくして電気エネルギーが不足するものし、バッテリー194から放電を伴う動作とすることもできる。

【0144】したがって、変形例の動力出力装置110Cでも、第2実施例の動力出力装置110と同様に、図26や図29ないし図31の出力制御ルーチンを実行することができ、第2実施例の動力出力装置110やその変形例が奏する効果と同様に効果を奏することができる。なお、変形例の動力出力装置110Cでは、モータMG2がクランクシャフト156に取り付けられているから、図27のモータMG1の制御ルーチンのステップS330およびS332の処理に代えて図37に例示するモータMG1の制御ルーチンのステップS480に示すように上式(20)のトルク $T_r$ に代えてトルク指令値 $T_r^*$ を用いて算出した値をモータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ に設定する処理を行ない、図28のモータMG2の制御ルーチンのステップS350の処理に代えて図38に例示するモータMG1の制御ルーチンのステップS490およびS492に示すように、エンジン150の回転数 $N_e$ を読み込み、読み込んだ回転数 $N_e$ を用いて次式(22)により算出される値をモータMG1のトルク指令値 $T_{m2}^*$ に設定する処理を行なう必要がある。

【0145】

【数14】

動力出力装置110Fに示すように、4輪駆動の車両に適用するものとしてもよい。この構成では、リングギヤ軸126に結合していたモータMG2をリングギヤ軸126より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このモータMG2によって後輪部の駆動輪117、119を駆動する。一方、リングギヤ軸126は動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されて前輪部の駆動輪116、118を駆動する。このような構成の下においても、第2実施例を実行することは可能である。

【0148】また、第2実施例の動力出力装置110やその変形例では、3軸式動力入出力手段としてプラネタリギヤ120を用いたが、一方はサンギヤと他方はリングギヤとギヤ結合すると共に互いにギヤ結合しサンギヤ

の外周を自転しながら公転する2つ1組の複数組みのプラネタリピニオンギヤを備えるダブルピニオンプラネタリギヤを用いるものとしてもよい。この他、3軸式動力入出力手段として3軸のうちいずれか2軸に入出力される動力を決定すれば、この決定した動力に基づいて残余の1軸に入出力される動力を決定されるものであれば如何なる装置やギヤユニット等、例えば、ディファレンシャルギヤ等を用いることもできる。

【0149】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【0150】例えば、上述した第1実施例の動力出力装置20やその変形例のエンジン50、あるいは第2実施例の動力出力装置110やその変形例のエンジン150としてガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンや、ジェットエンジンなど各種の内燃あるいは外燃機関を用いることもできる。

【0151】また、第1実施例の動力出力装置20やその変形例のクラッチモータ30やアシストモータ40、あるいは第2実施例の動力出力装置110やその変形例のモータMG1やモータMG2にPM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0152】あるいは、第1実施例の動力出力装置20やその変形例あるいは第2実施例の動力出力装置110やその変形例では、第1および第2の駆動回路91、92、191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0153】また、バッテリー94、194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0154】以上の実施例では、動力出力装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としての動力出力装置2

0の概略構成を示す構成図である。

【図2】第1実施例の動力出力装置20を組み込んだ車両の概略構成を示す構成図である。

【図3】第1実施例の動力出力装置20の動作原理を説明するためのグラフである。

【図4】第1実施例の制御装置80の制御CPU90により実行される出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図5】駆動軸22の回転数NdとアクセルペダルポジションAPとトルク指令値Td\*との関係を例示する説明図である。

【図6】エンジン50の運転ポイントと効率の関係を例示するグラフである。

【図7】エネルギー一定の曲線に沿ったエンジン50の運転ポイントの効率とエンジン50の回転数Neとの関係を例示するグラフである。

【図8】第1実施例の制御装置80により実行されるクラッチモータ制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図9】第1実施例の制御装置80により実行されるアシストモータ制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図11】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図13】第1実施例の変形例である動力出力装置20Aの概略構成を示す構成図である。

【図14】第1実施例の変形例である動力出力装置20Bの概略構成を示す構成図である。

【図15】第1実施例の変形例の動力出力装置20Bにより実行されるクラッチモータ制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図16】第1実施例の変形例の動力出力装置20Bにより実行されるアシストモータ制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図17】第1実施例の変形例である動力出力装置20Cの概略構成を示す構成図である。

【図18】第1実施例の変形例である動力出力装置20Dの概略構成を示す構成図である。

【図19】第1実施例の変形例である動力出力装置20Eの概略構成を示す構成図である。

【図20】第2実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図21】第2実施例の動力出力装置110の部分拡大図である。

【図22】第2実施例の動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図23】第2実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図24】第2実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図25】第2実施例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図26】第2実施例の制御装置180により実行される出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図27】第2実施例の制御装置180により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図28】第2実施例の制御装置180により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図29】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図30】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図31】変形例の出力制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図32】第2実施例の変形例の動力出力装置110Aの概略構成を示す構成図である。

【図33】第2実施例の変形例の動力出力装置110Bの概略構成を示す構成図である。

【図34】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cの概略構成を示す構成図である。

【図35】第2実施例の変形例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図36】第2実施例の変形例におけるプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図37】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cにより実行されるモータMG1の制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図38】第2実施例の変形例の動力出力装置110Cにより実行されるモータMG2の制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図39】第2実施例の変形例の動力出力装置110Dの概略構成を示す構成図である。

【図40】第2実施例の変形例の動力出力装置110Eの概略構成を示す構成図である。

【図41】第2実施例の変形例の動力出力装置110Fの概略構成を示す構成図である。

【符号の説明】

20…動力出力装置

20A～20E…動力出力装置

22…駆動軸

23…ギヤ

24…ディファレンシャルギヤ

26, 28…駆動輪

27, 29…駆動輪

30…クラッチモータ

32…アウトロータ

34…インナロータ

35…永久磁石

36…三相コイル

38…スリップリング

38a…回転リング

38b…ブラシ

39…レゾルバ

40…アシストモータ

42…ロータ

43…ステータ

44…三相コイル

45…ケース

46…永久磁石

48…レゾルバ

49…ベアリング

50…エンジン

51…燃料噴射弁

52…燃焼室

54…ピストン

56…クランクシャフト

58…イグナイタ

60…ディストリビュータ

62…点火プラグ

64…アクセルペダル

64a…アクセルペダルポジションセンサ

65…ブレーキペダル

65a…ブレーキペダルポジションセンサ

66…スロットルバルブ

67…スロットルバルブポジションセンサ

68…アクチュエータ

70…EFIECU

72…吸気管負圧センサ

74…水温センサ

76…回転数センサ

78…回転角度センサ

79…スタータスイッチ

80…制御装置

82…シフトレバー

84…シフトポジションセンサ

90…制御CPU

90a…RAM

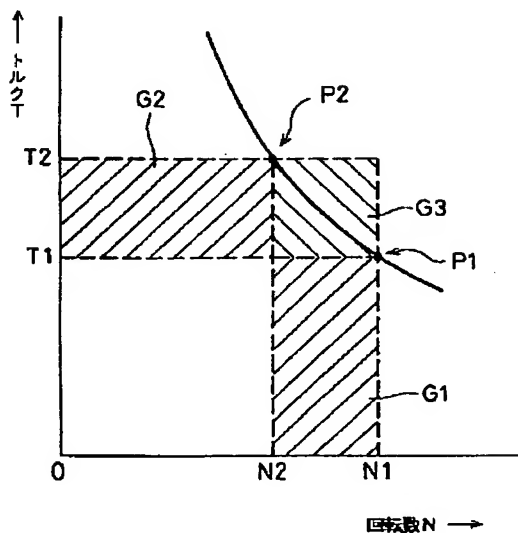
90b…ROM

91…第1の駆動回路

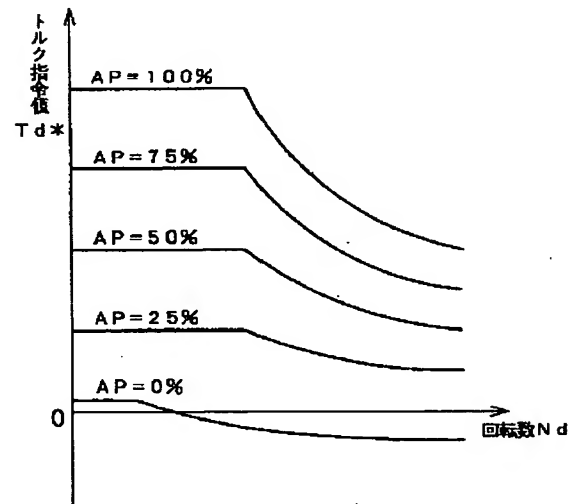
92…第2の駆動回路

94…バッテリー	143…ステータ
95, 96…電流検出器	144…三相コイル
97, 98…電流検出器	145…永久磁石
99a…残容量検出器	149…レゾルバ
99b…電力計	150…エンジン
110…動力出力装置	156…クランクシャフト
110A~110F…動力出力装置	157…レゾルバ
111…動力伝達ギヤ	164a…アクセルペダルポジションセンサ
112…駆動軸	165a…ブレーキペダルポジションセンサ
114…ディファレンシャルギヤ	170…EFI ECU
115…ケース	180…制御装置
116, 118…駆動輪	184…シフトポジションセンサ
117, 119…駆動輪	190…制御CPU
120…プラネタリギヤ	190a…RAM
121…サンギヤ	190b…ROM
122…リングギヤ	191…第1の駆動回路
123…プラネタリピニオンギヤ	192…第2の駆動回路
124…プラネタリキャリア	194…バッテリー
125…サンギヤ軸	195, 196…電流検出器
126…リングギヤ軸	197, 198…電流検出器
128…動力取出ギヤ	199a…残容量検出器
129…チェーンベルト	199b…電力計
132…ロータ	L1, L2…電源ライン
133…ステータ	MG1…モータ
134…三相コイル	MG2…モータ
135…永久磁石	Tr1~Tr6…トランジスタ
139…レゾルバ	Tr11~Tr16…トランジスタ
142…ロータ	

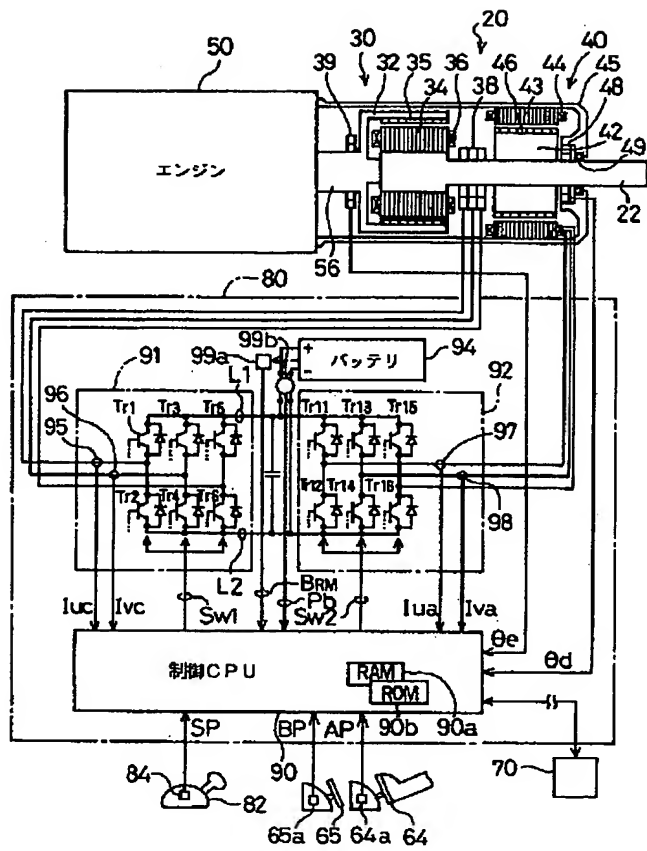
【図3】



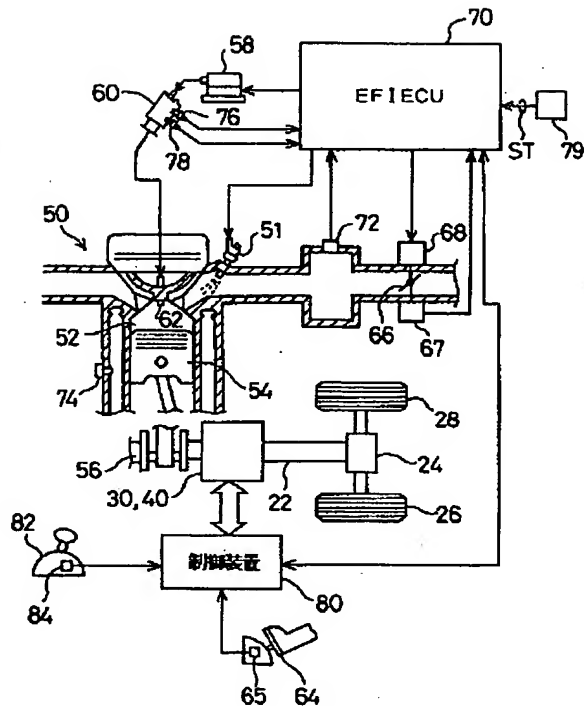
【図5】



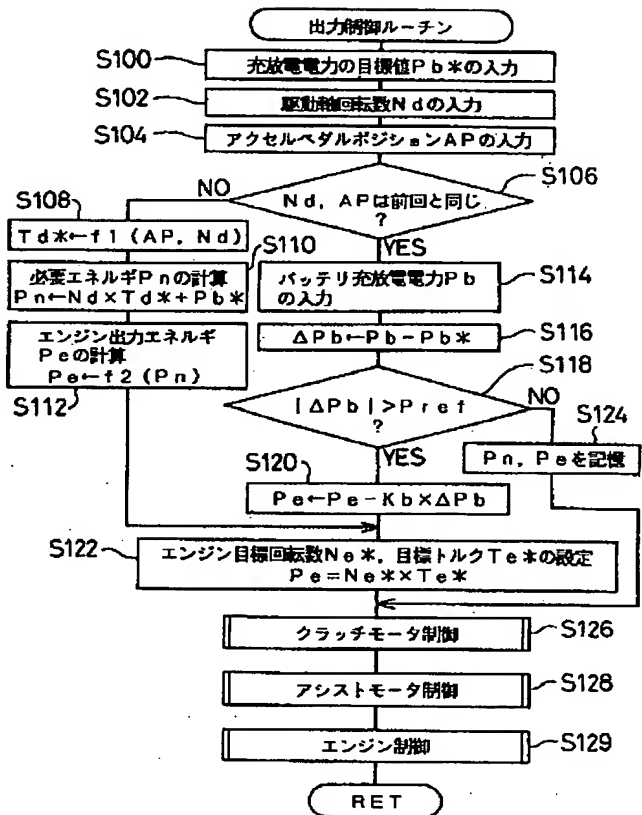
【図1】



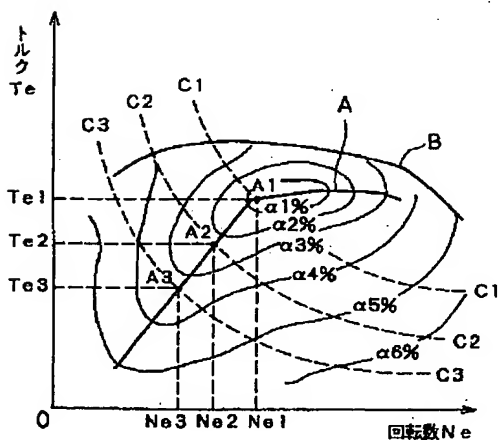
【図2】



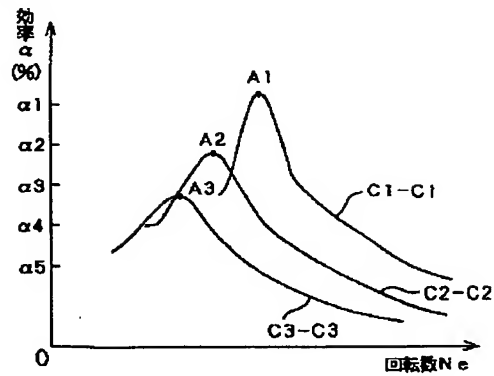
【図4】



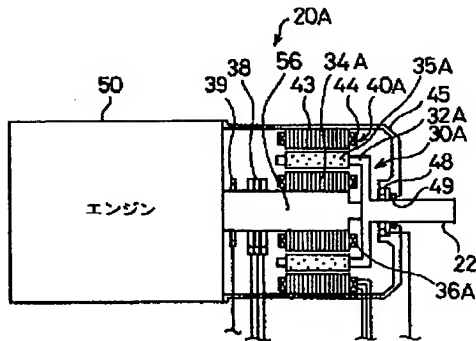
【図6】



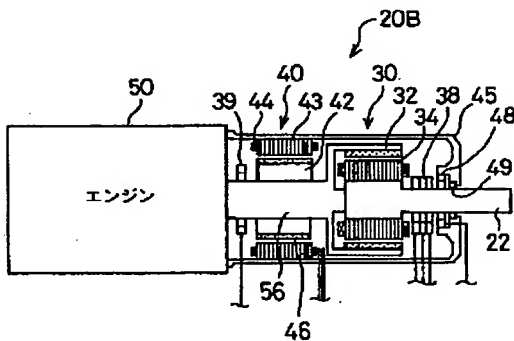
【図7】



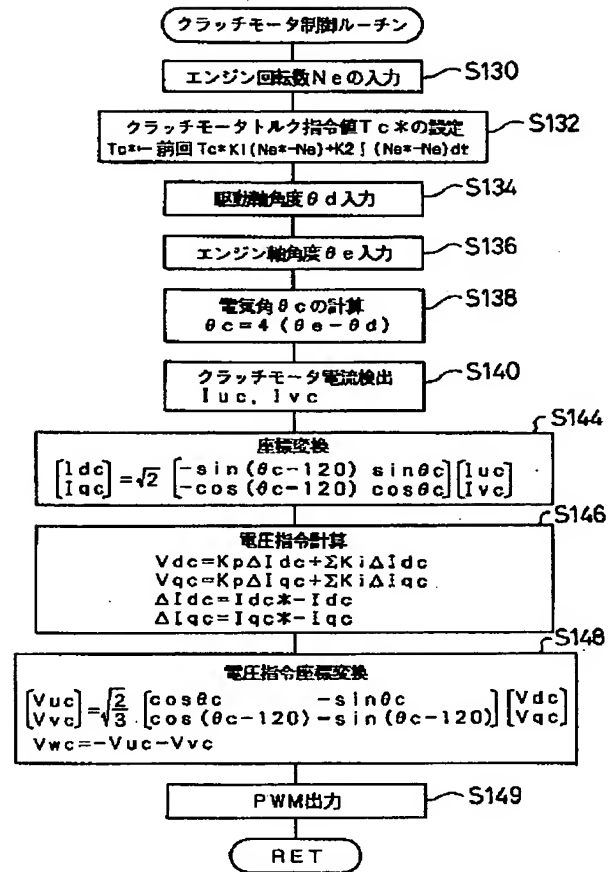
【図13】



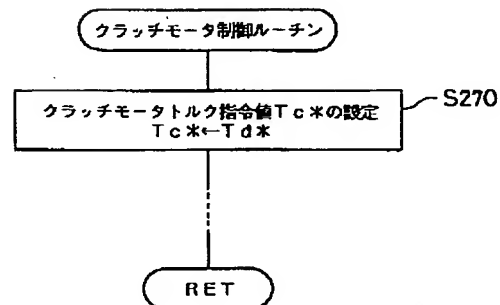
【図14】



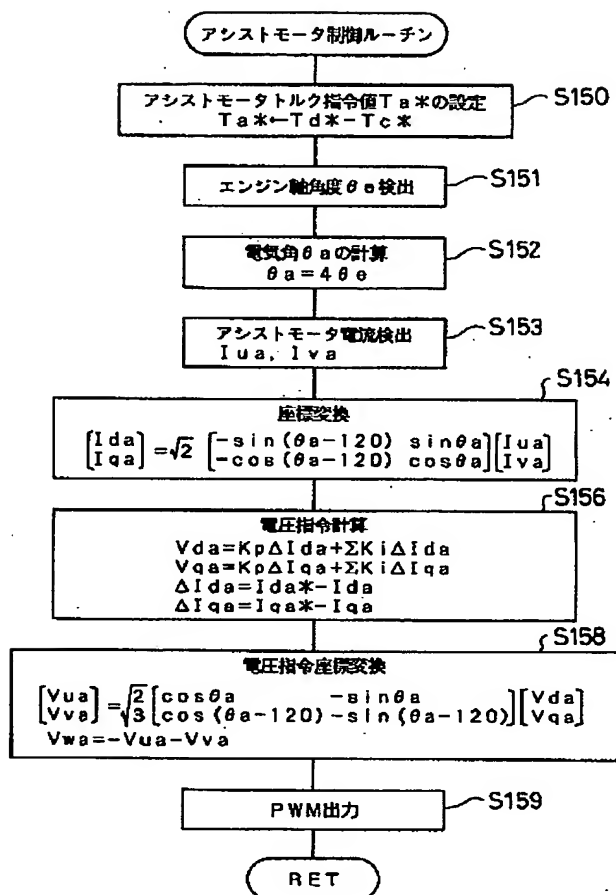
【図8】



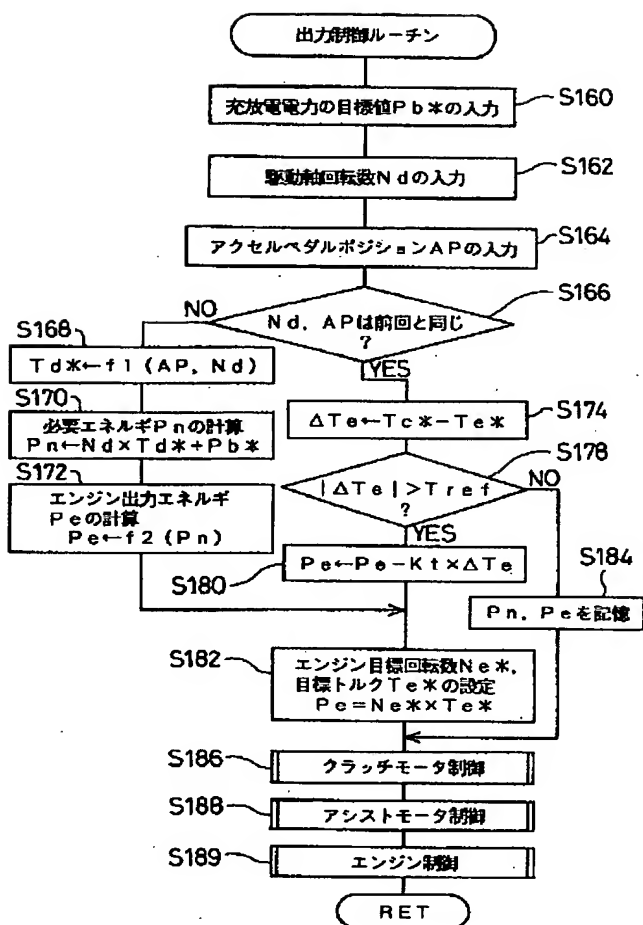
【図15】



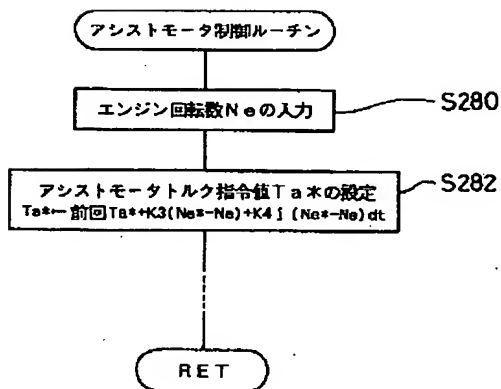
【図9】



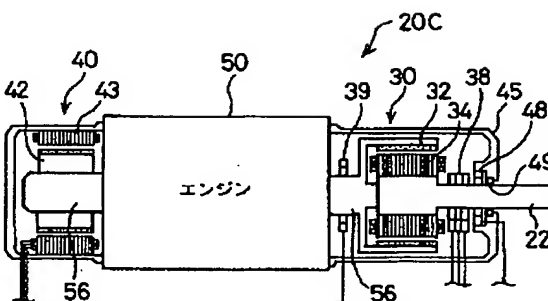
【図10】



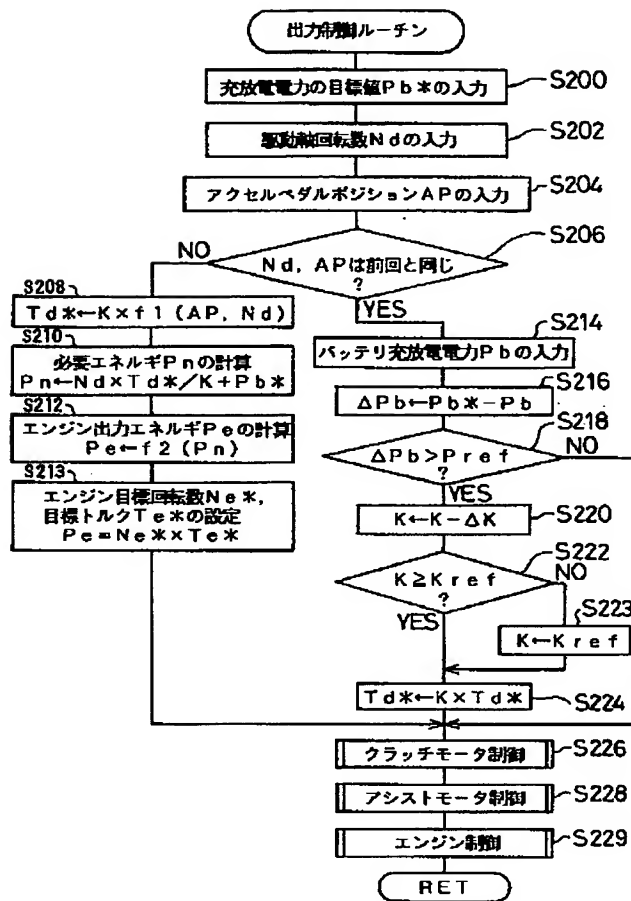
【図16】



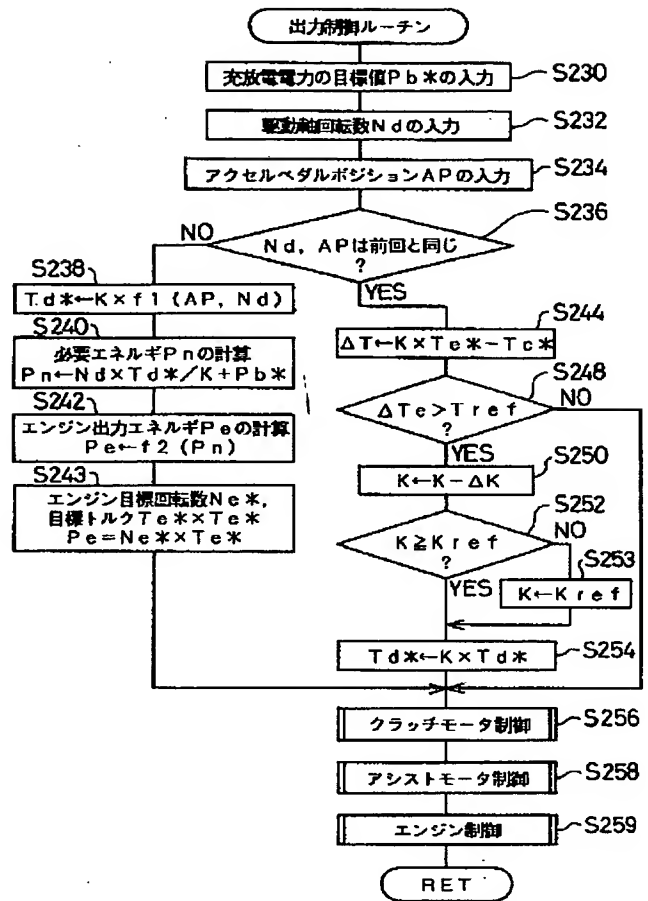
【図17】



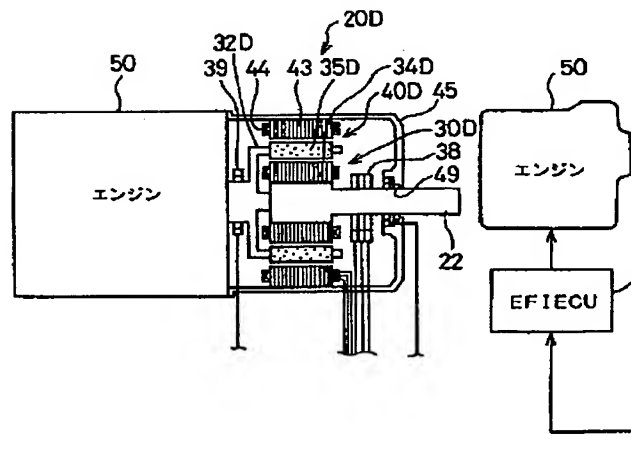
【図11】



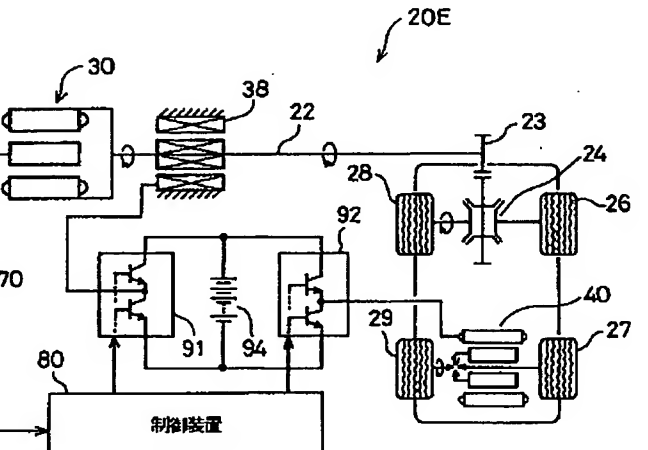
【図12】



【図18】

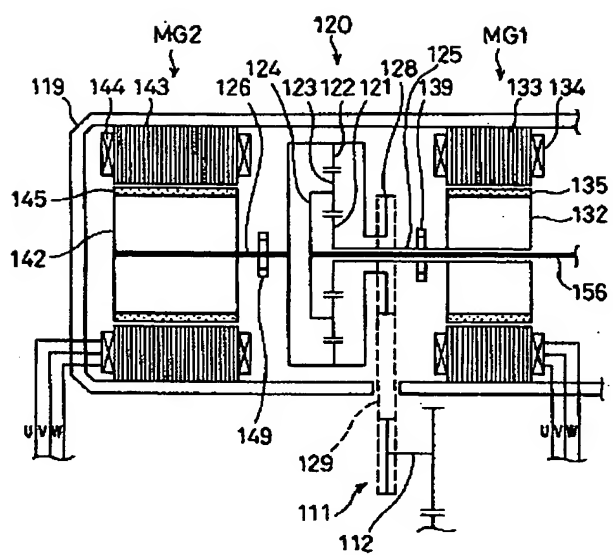


【図19】

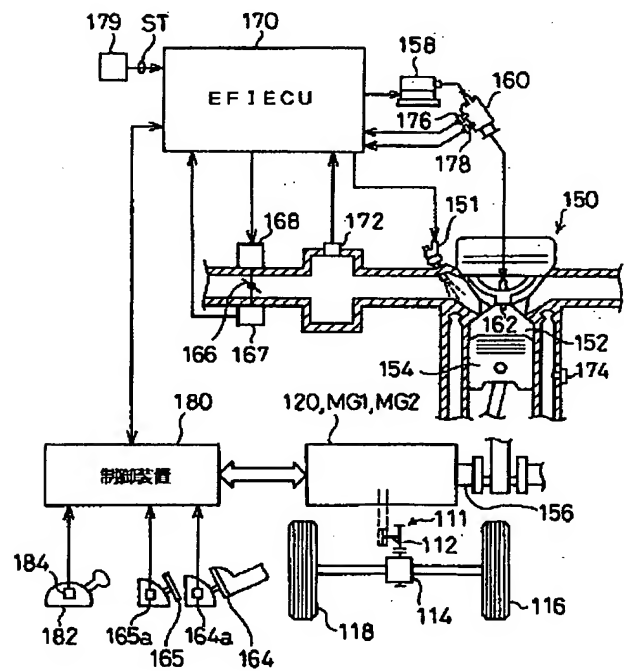




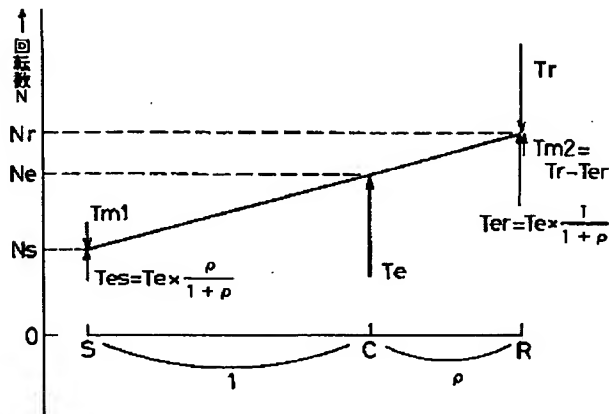
【図 2 1】



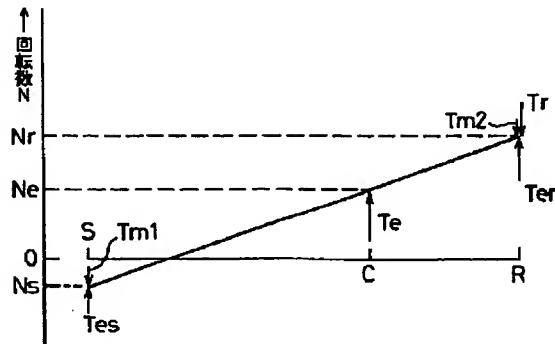
【図 2 2】



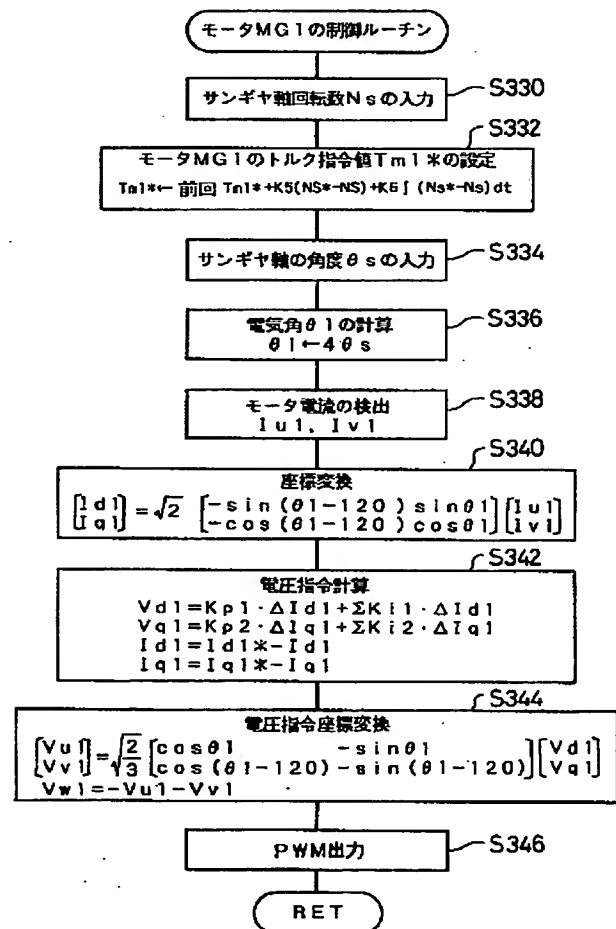
【図24】



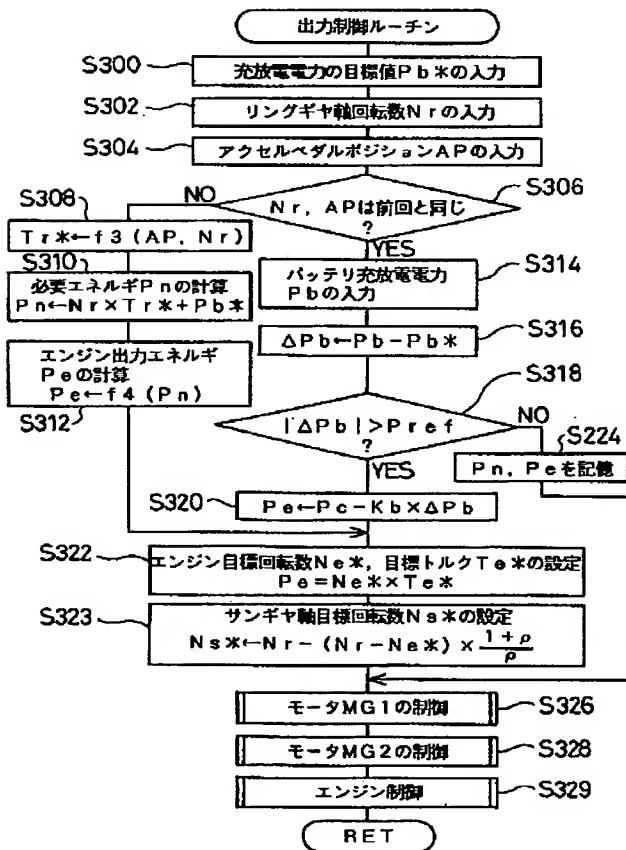
【図25】



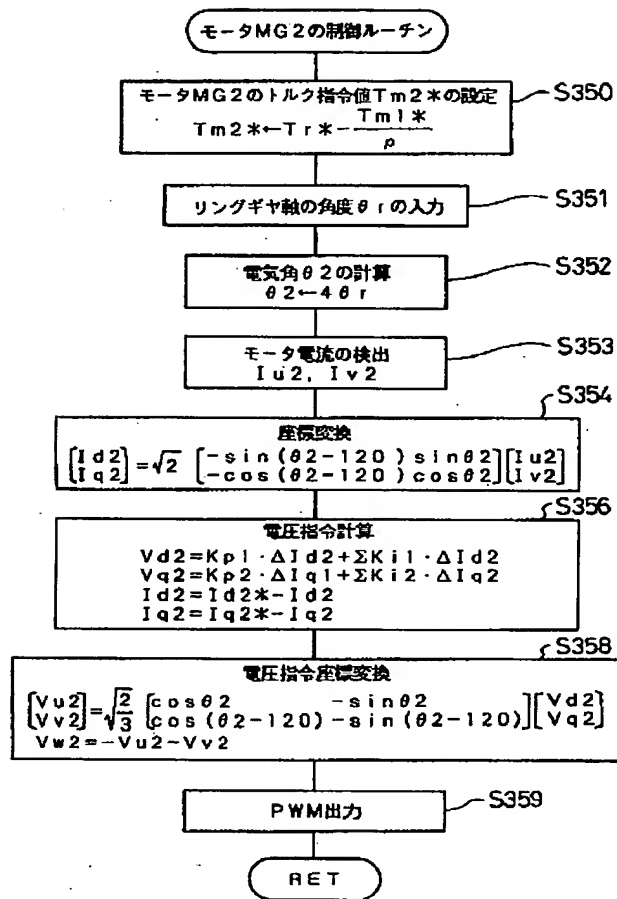
【図27】



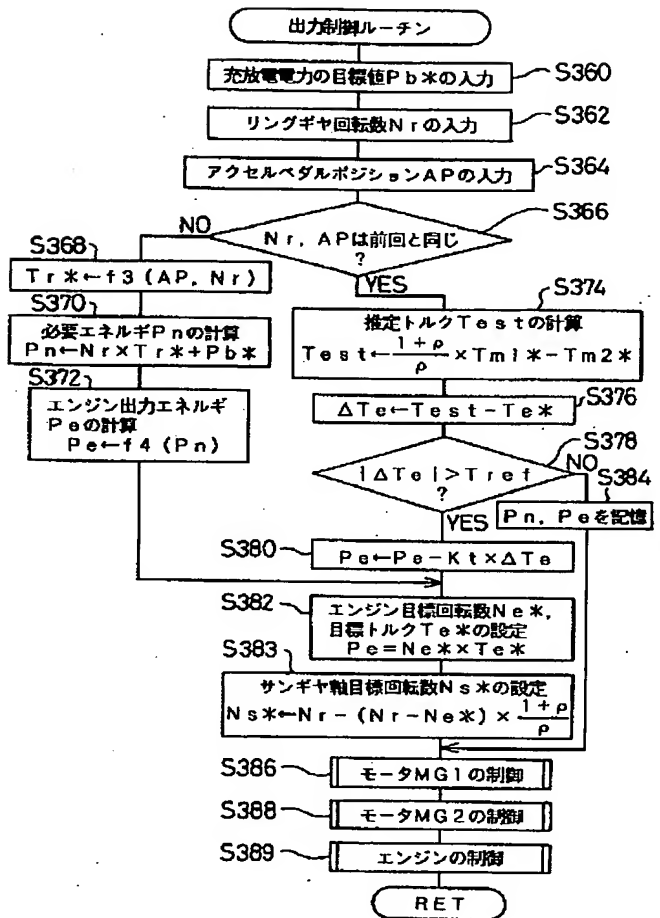
【図26】



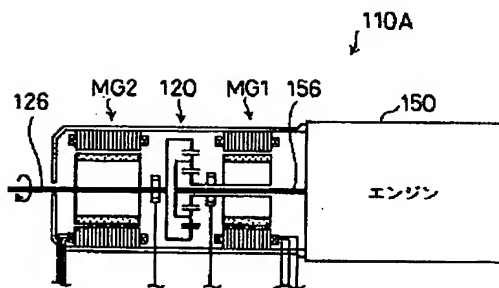
【図28】



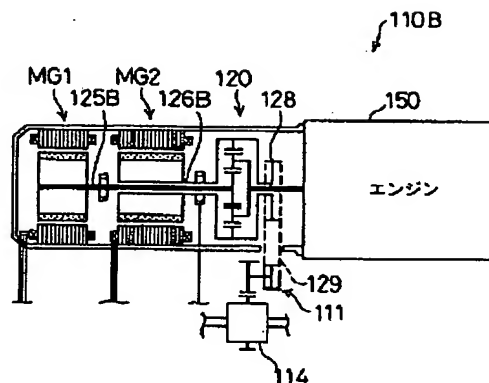
【図29】



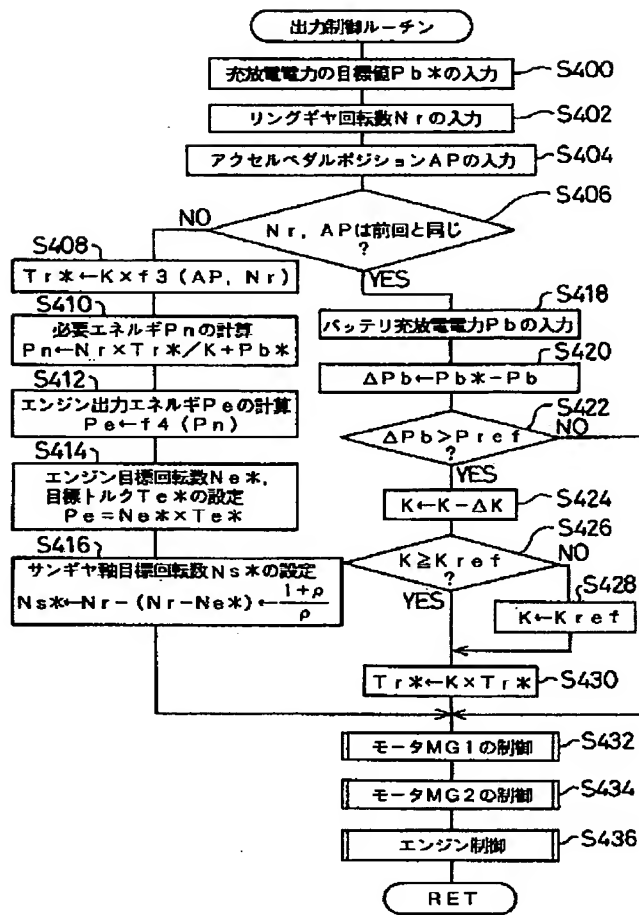
【図32】



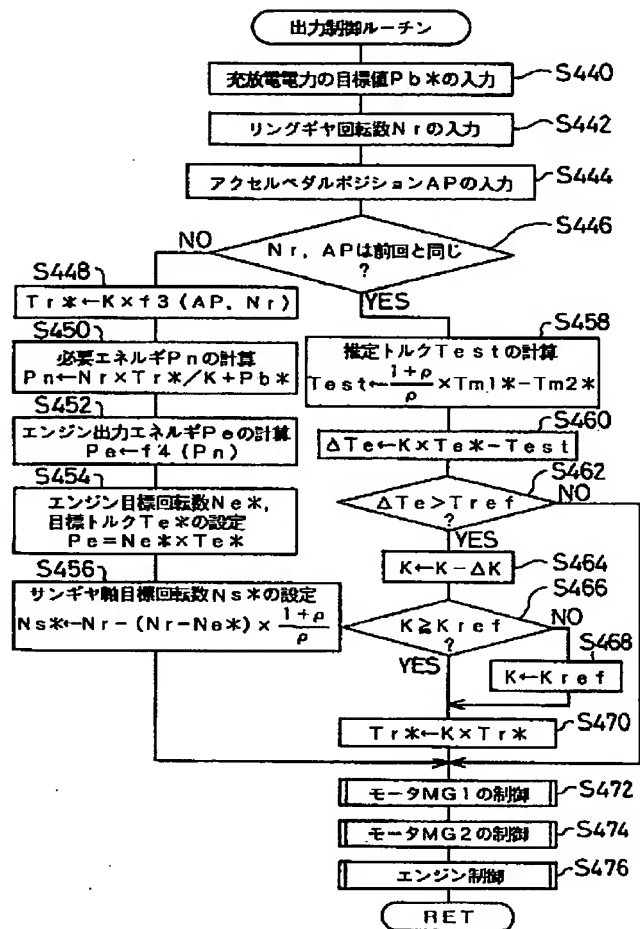
【図33】



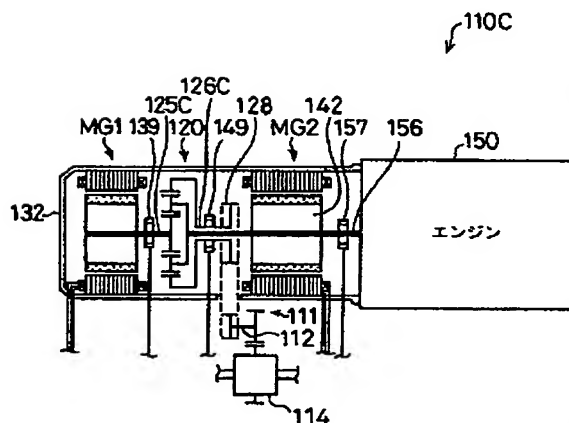
【図30】



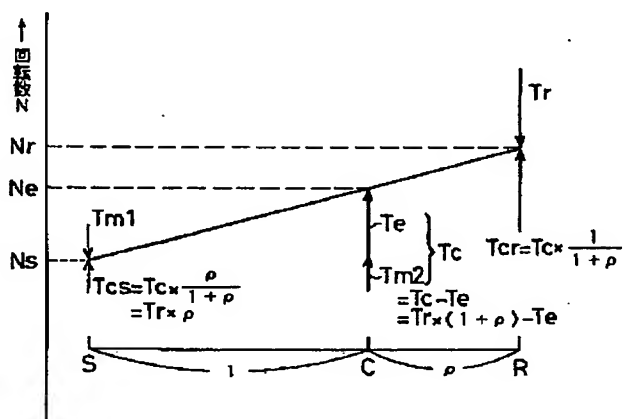
【図31】



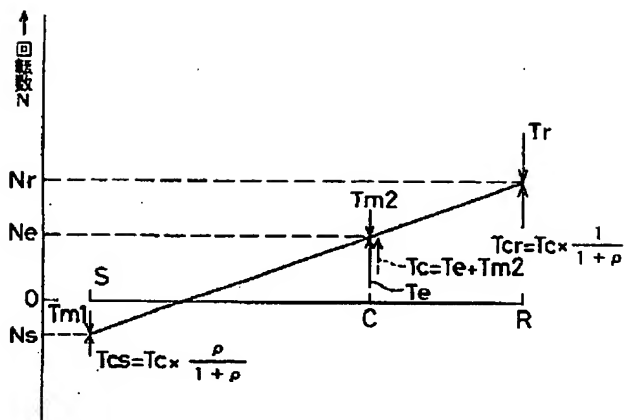
【図34】



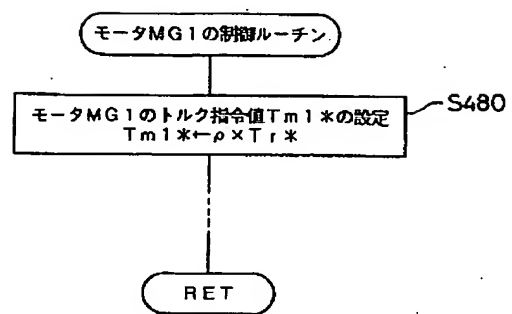
【図35】



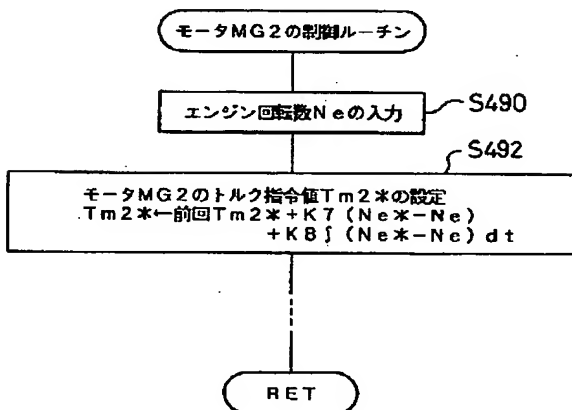
【図36】



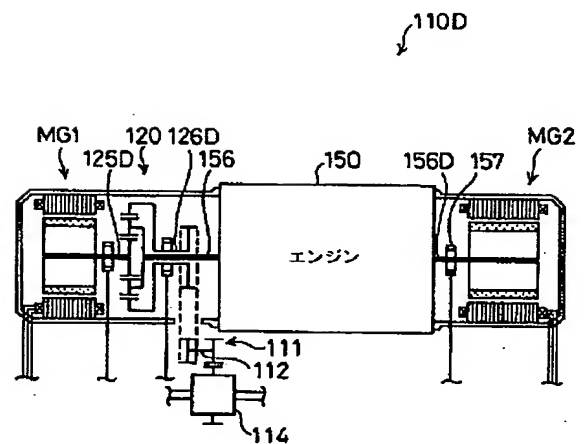
【図37】



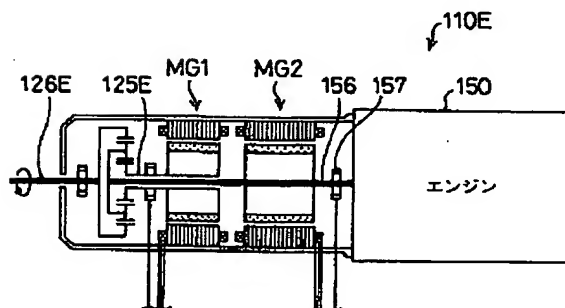
【図38】



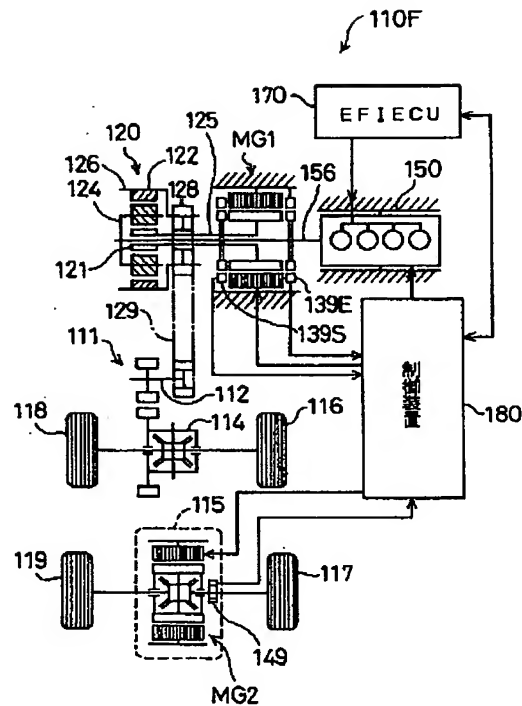
【図39】



【図40】



【図41】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 2 P 7/74

識別記号

F I

H 0 2 P 7/74

H

(72) 発明者 金森 彰彦  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 内田 昌利  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 山中 章弘  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 小谷 武史  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 阿部 哲也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内